



TUGAS AKHIR – RC14 – 1501

**EVALUASI SISTEM DRAINASE DAN *BOEZEM* BHUMI  
MARINIR GUNUNGSARI SURABAYA**

AYU RYAN PRAMESWARI  
NRP. 3114 105 070

Dosen Pembimbing  
Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST. M.Sc

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR – RC14 – 1501

**EVALUASI SISTEM DRAINASE DAN *BOEZEM*  
BHUMI MARINIR GUNUNGSARI SURABAYA**

AYU RYAN PRAMESWARI  
NRP. 3114 105 070

Dosen Pembimbing  
Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST. M.Sc

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



FINAL PROJECT – RC14 – 1501

**EVALUATION OF DRAINAGE SYSTEM AND  
*BOEZEM* BHUMI MARINIR GUNUNGSARI  
SURABAYA**

AYU RYAN PRAMESWARI  
NRP. 3114 105 070

Adviser  
Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST. M.Sc

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2017

# **EVALUASI SISTEM DRAINASE DAN BOEZEM BHUMI MARINIR GUNUNGSARI SURABAYA**

## **TUGAS AKHIR**

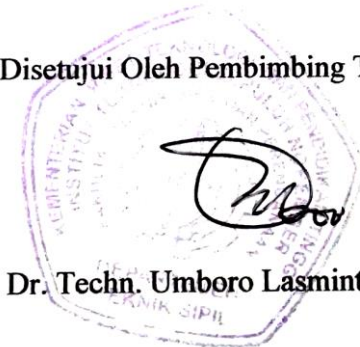
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**AYU RYAN PRAMESWARI**

Nrp. 3114 105 070

**Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir :**



**Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc**

***“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”***

# **EVALUASI SISTEM DRAINASE DAN BOEZEM BHUMI MARINIR GUNUNGSARI SURABAYA**

**Nama Mahasiswa : Ayu Ryan Prameswari**  
**NRP : 3114105070**  
**Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS**  
**Dosen Pembimbing :**  
**1. Dr.Techn. Umboro Lasminto, ST, M.Sc.**

## **Abstrak**

*Surabaya sebagai salah satu kota besar di Indonesia yang tidak terlepas dari permasalahan genangan. Wilayah yang terjadi genangan yaitu Surabaya Selatan, tepatnya di kawasan Gunungsari, Jajartunggal Komplek Marinir. Genangan terjadi selama  $\pm 27$  menit dengan ketinggian 16 cm.*

*Untuk mengatasi masalah genangan di Jl. Jajartunggal perlu dilakukan analisa hidrologi dan hidrolika dengan memaksimalkan fungsi boezem dengan melakukan routing boezem untuk mengetahui kapasitas pompa dan dimensi pintu serta memperbesar dimensi saluran primer jajartunggal.*

*Hasil yang diperoleh dari perhitungan analisa hidrologi dan hidrolika, dimensi boezem eksisting dengan panjang 64.54 m, lebar 55.08 m, tinggi 0.50 m tidak mampu menampung debit banjir maksimum. sehingga perlu menambah kedalaman efektif boezem yang semula 0.50 m menjadi 1.10 m, merencanakan kapasitas pompa yaitu 3 pompa dengan masing-masing kapasitas 0.40 m<sup>3</sup>/detik untuk Periode Ulang Hujan 2 Tahun, 0.50 m<sup>3</sup>/detik untuk Periode Ulang Hujan 5 Tahun, 0.60 m<sup>3</sup>/detik untuk Periode Ulang Hujan 10 Tahun, memperbesar dimensi saluran inflow yang semula 0.50 m x 0.50 m menjadi 1.00 m x 1.10 m dan menambah saluran outflow yang menghubungkan boezem dengan saluran primer jajartunggal. Apabila elevasi muka air maksimum di hilir saluran primer jajartunggal lebih rendah dari elevasi*

*muka air maksimum di saluran outflow, debit boezem dapat dialirkan secara gravitasi melalui pintu air. Dimensi pintu air yang diperlukan yaitu 1 buah pintu dengan lebar daun pintu 2.10 meter, tinggi bukaan pintu 1.00 meter, tebal plat 3.5 mm, diameter stang pintu 40 mm.*

**Kata Kunci : Boezem, Genangan, Kapasitas pompa, Pintu Air, Jajartunggal.**

# EVALUATION OF DRAINAGE SYSTEM AND BOEZEM BHUMI MARINIR GUNUNGSARI SURABAYA

**Student Name** : Ayu Ryan Prameswari  
**Student Number** : 3114105070  
**Department** : Civil Engineering  
**Adviser :**  
**1. Dr.Techn. Umboro Lasminto, ST, M.Sc.**

## **Abstract**

*Surabaya as one of the big cities in Indonesia that can not be separated from the problem of inundation. One of the areas occurring of inundation is South Surabaya, precisely in Gunungsari, Jajartunggal Marinir, when the rain with high intensity. The inundation occurs for  $\pm$  27 minutes and 16 cm of depth.*

*To solve the problem of inundation on the areas, the hydrological and hydraulic analysis needs to be done to maximize the function of boezem by performing boezem routing to know the pump capacity and dimension of the gate, and enlarge the dimension of jajartunggal primer channel.*

*The results obtained from the calculation of hydrological and hydraulic analysis, the dimensions of existing boezem with length of 64.54 m, width of 55.08 m, depth of 0.50 m is not able to accept the maximum flood discharge. Therefore, it needs to increase the effective depth of the boezem from 0.50 m to 1.10 m, operate 3 pumps with each capacity  $0.40 \text{ m}^3/\text{sec}$  for 2 Years Return Periode,  $0.50 \text{ m}^3/\text{sec}$  for 5 Years Return Periode,  $0.60 \text{ m}^3/\text{sec}$  for 10 Years Return Periode, enlarge the inflow channel dimension from 0.5 m x 0.5 m to 1.00 m x 1.10 m and add the outflow channel to connect boezem with jajartunggal primer channel. If the maximum water level on the downstream primary channel is lower than the maximum water level in the outflow*



*channel, the boezem discharge can be gravitated through the sluice gate. The required dimension for 1 sluice gate is 2.10 meter gate width, 1.00 meter gate opening height, 3.5 mm plate thickness, and diameter of handlebar is 40 mm.*

***Keywords : Boezem, Inundation, Pump Capacity, Sluice Gate, Jajartunggal***

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya lah Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Sistem Drainase Dan *Boezem* Bhumi Marinir Gunungsari Surabaya” ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu.

Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu selama pengerjaan tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya.
2. Ayah, Ibu, beserta keluarga dirumah yang telah mendukung keputusan saya untuk melanjutkan kuliah S1-Lintas Jalur di Jurusan Teknik Sipil ITS.
3. Bapak Dr.Tech. Umboro Lasminto, M. Sc. selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan dan waktunya kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc. selaku dosen wali yang telah mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Ibu Yang Ratri, S.T, M.T dan Ibu Nastasia Festy Margini, S.T, M.T yang telah meluangkan waktu dalam memberikan konsultasi kepada penulis selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
6. Bapak Syahrial Mahyudin, A.Md selaku Kepala Rayon Wiyung, atas segala bimbingan dan arahan selama mengerjakan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis agar laporan ini menjadi lebih baik. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam laporan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b> .....	i
<b>Title Page</b> .....	ii
<b>Lembar Pengesahan</b> .....	iii
<b>Abstrak</b> .....	v
<b>Abstract</b> .....	vii
<b>Kata Pengantar</b> .....	ix
<b>Daftar Isi</b> .....	xi
<b>Daftar Gambar</b> .....	xv
<b>Daftar Tabel</b> .....	xvii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisa Hidrologi .....	5
2.1.1 Menentukan Daerah Aliran Sungai .....	6
2.1.2 Menentukan luas pengaruh pada daerah stasiun hujan dengan Metode Poligon <i>Thiessen</i> .....	6
2.1.3 Menentukan curah hujan maksimum .....	7
2.1.4 Menentukan uji konsistensi curah hujan maksimum setiap stasiun .....	7
2.1.5 Menentukan curah hujan kawasan / wilayah .....	7
2.1.6 Menghitung parameter dasar statistik .....	8
2.1.7 Melakukan uji kecocokan .....	9
2.1.8 Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan pada periode ulang (T) tertentu .....	11
2.1.9 <i>Flood Routing</i> Pompa .....	16
2.2 Analisa Hidrolika .....	16
2.2.1 Geometri Penampang Saluran .....	18

2.2.2 Debit Saluran .....	18
2.2.3 Persamaan Manning.....	18
2.2.4 <i>Flood Routing</i> Pintu Air .....	19
<b>BAB III METODOLOGI</b>	
3.1 Flow Chart Perencanaan Tugas Akhir .....	24
3.2 Lokasi Penelitian Tugas Akhir .....	25
3.3 Detail lokasi Tugas Akhir .....	26
3.4 Skema Eksisting.....	27
3.5 Skema Rencana.....	28
<b>BAB IV ANALISA HIDROLOGI</b>	
4.1 Penentuan Daerah Aliran Sungai .....	29
4.2 Menentukan Luas Pengaruh Dengan Metode Poligon <i>Thiessen</i> .....	30
4.3 Menentukan Curah Hujan Maksimum.....	31
4.4 Melakukan Uji Konsistensi Stasiun Hujan .....	36
4.5 Menghitung Curah Hujan Kawasan / Wilayah .....	42
4.6 Parameter Dasar Statistik.....	46
4.7 Curah Hujan Rencana .....	49
4.7.1 Metode Log Pearson III .....	49
4.8 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Curah Hujan ....	53
4.8.1 Chi Kuadrat.....	53
4.8.2 Smirnov Kolmogorov .....	57
4.9 Perhitungan Waktu Konsentrasi .....	59
4.10 Perhitungan C (Koefisien Aliran) Gabungan.....	60
4.11 Perhitungan Intensitas Hujan Mononobe .....	60
4.12 Perhitungan Q hidrologi menurut Periode Ulang Tertentu .....	61
4.13 Perhitungan Hidrograf Metode Rasional .....	61
4.14 Evaluasi <i>Boezem</i> .....	64
4.15 Perencanaan Saluran Inflow .....	66
4.16 Perhitungan Kapasitas Pompa .....	67
4.17 Perencanaan Saluran Outflow .....	70
<b>BAB V ANALISA HIDROLIKA</b>	
5.1 Tinjauan Umum .....	71
5.2 Analisa Penampang Eksisting Saluran.....	71

5.2.1	Membuat <i>file</i> HEC-RAS Baru .....	72
5.2.2	Input Data Geometri Sungai .....	73
5.2.3	Input Data Debit .....	76
5.2.3.1	Input data hidrograf .....	78
5.2.3.2	Running Program HEC-RAS.....	79
5.2.4	Perhitungan pada program HEC-RAS saluran eksisting periode ulang Q2 Tahun .....	82
5.2.5	Perhitungan Pintu Air .....	93
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
6.1	Kesimpulan .....	97
6.2	Saran .....	98
<b>Daftar Pustaka</b> .....		99
<b>Lampiran</b>		
4.1	Tabel Perhitungan Waktu Konsentrasi .....	101
4.2	Perhitungan Intensitas dan Debit Rasional .....	112
4.3	Perhitungan Hidrograf Superposisi Q10 Tahun Rencana .....	115
4.4	Routing Q 10 Tahun Rencana.....	121
4.5	Routing Pintu Q 10 Tahun Rencana .....	127
4.6	Skema Jaringan Drainase Eksisting .....	137
4.7	Skema Jaringan Drainase Rencana .....	138
4.8	Gambar Perencanaan .....	139
<b>Biodata Penulis</b> .....		145

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Siklus Hidrologi .....	5
<b>Gambar 2.2</b> Contoh Hidrograf Segitiga .....	15
<b>Gambar 2.3</b> Contoh Hidrograf Trapesium .....	16
<b>Gambar 2.4</b> Aliran Saluran Terbuka.....	16
<b>Gambar 3.1</b> <i>Flow Chart</i> Perencanaan Tugas Akhir.....	24
<b>Gambar 3.2</b> Lokasi penelitian tugas akhir .....	25
<b>Gambar 3.3</b> Skema Eksisting.....	26
<b>Gambar 3.4</b> Skema Rencana.....	27
<b>Gambar 4.1</b> DAS Saluran Primer Jajartunggal .....	29
<b>Gambar 4.2</b> Gambar Poligon <i>Thiessen</i> .....	30
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Uji Konsistensi Stasiun Gunungsari .....	38
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Uji Konsistensi Stasiun Kebon Agung .....	40
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Uji Konsistensi Stasiun Simo .....	42
<b>Gambar 4.5</b> Sketsa <i>Boezem</i> Eksisting .....	64
<b>Gambar 4.6</b> Routing Q2 tahun eksisting.....	65
<b>Gambar 4.7</b> Routing Q5 tahun eksisting.....	65
<b>Gambar 4.8</b> Routing Q10 tahun eksisting.....	66
<b>Gambar 4.9</b> Sketsa <i>Boezem</i> Rencana.....	67
<b>Gambar 4.10</b> Routing Pompa Q 2 Tahun Rencana.....	68
<b>Gambar 4.11</b> Routing Pompa Q 5 Tahun Rencana.....	69
<b>Gambar 4.12</b> Routing Pompa Q 10 Tahun Rencana.....	69
<b>Gambar 5.1</b> Tampilan Layar Utama HEC-RAS .....	72
<b>Gambar 5.2</b> Tampilan Pengisian Nama <i>file</i> HEC-RAS .....	73
<b>Gambar 5.3</b> Tampilan Pengisian Sistem Satuan HEC-RAS .....	73
<b>Gambar 5.4</b> Skema Alur Saluran Primer Jajartunggal.....	74
<b>Gambar 5.5</b> Tampilan <i>Input Data Cross Section</i> .....	75
<b>Gambar 5.6</b> <i>Input Data Boundary Condition</i> .....	77
<b>Gambar 5.7</b> <i>Input</i> Hidrograf pada RS 21 .....	78
<b>Gambar 5.8</b> <i>Input Data Initial Condition</i> .....	79
<b>Gambar 5.9</b> <i>Input Data Unsteady Flow Analysis</i> Editor.....	80
<b>Gambar 5.10</b> <i>Running</i> program bantu HEC-RAS.....	81
<b>Gambar 5.11</b> Profil muka air maksimum <i>cross section</i> saluran primer jajartunggal pada river sta 10.....	82
<b>Gambar 5.12</b> Potongan memanjang primer jajartunggal .....	83



<b>Gambar 5.13</b>	Profil muka air maksimum <i>cross section</i> maksimum pada river sta 10 Q2 Tahun .....	84
<b>Gambar 5.14</b>	Profil muka air maksimum <i>cross section</i> maksimum pada river sta 10 Q5 Tahun .....	84
<b>Gambar 5.15</b>	Profil muka air maksimum <i>cross section</i> maksimum pada river sta 10 Q10 Tahun .....	85
<b>Gambar 5.16</b>	Profil muka air <i>long section</i> maksimum Q10 ....	85
<b>Gambar 5.17</b>	Profil muka air <i>long section</i> maksimum Q5 .....	86
<b>Gambar 5.18</b>	Profil muka air <i>long section</i> maksimum Q2 .....	86
<b>Gambar 5.20</b>	Sketsa Pintu Air .....	95
<b>Gambar 5.21</b>	Routing Pintu Air Q 10 Tahun.....	95

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Contoh Perhitungan Curah Hujan Maksimum .....	7
<b>Tabel 2.2.</b> Syarat Penggunaan Jenis Sebaran.....	8
<b>Tabel 2.3.</b> Harga koefisien hambatan (nd).....	12
<b>Tabel 2.4.</b> Koefisien Pengaliran (C).....	13
<b>Tabel 2.5.</b> Kecepatan aliran berdasarkan material dinding dan dasar saluran.....	18
<b>Tabel 3.1.</b> Data genangan tahun 2016.....	21
<b>Tabel 4.1.</b> Luas Daerah Yang Berpengaruh.....	31
<b>Tabel 4.2.</b> Curah Hujan Maksimum .....	32
<b>Tabel 4.3.</b> Curah Hujan Maksimum dengan kejadian sama .....	33
<b>Tabel 4.4.</b> Uji Konsistensi Stasiun Gunungsari .....	33
<b>Tabel 4.5.</b> Uji Konsistensi Stasiun Kebon Agung .....	38
<b>Tabel 4.6.</b> Uji Konsistensi Stasiun Simo .....	40
<b>Tabel 4.7.</b> Hasil Perhitungan Curah Hujan Kawasan / Wilayah Metode Poligon <i>Thiessen</i> .....	43
<b>Tabel 4.8.</b> Hitungan Parameter Dasar Statistik.....	46
<b>Tabel 4.9.</b> Hasil Syarat Penggunaan Jenis Sebaran .....	48
<b>Tabel 4.10.</b> Perhitungan Curah Hujan Wilayah Log Pearson.....	49
<b>Tabel 4.11.</b> Hasil Perhitungan Distribusi Log Pearson III.....	50
<b>Tabel 4.12.</b> Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana .....	52
<b>Tabel 4.13.</b> Hasil Perhitungan Chi Kuadrat.....	53
<b>Tabel 4.14.</b> Nilai Batasan Chi Kuadrat.....	55
<b>Tabel 4.15.</b> Chi Kuadrat Hitung .....	56
<b>Tabel 4.16.</b> Smirnov Kolmogorov Hitung .....	57
<b>Tabel 4.17.</b> Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana .....	58
<b>Tabel 4.18.</b> Contoh Hidrograf.....	61
<b>Tabel 4.19.</b> Debit Banjir Maksimum .....	63
<b>Tabel 5.1.</b> Dimensi Saluran Primer Jajartunggal .....	87

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Surabaya sebagai ibukota Provinsi Jawa Timur, Kota Surabaya berkembang pesat sebagai pusat perdagangan, industri, maritim dan pendidikan. Perkembangan yang sangat terlihat pada bidang industri dan perdagangan sehingga menimbulkan dampak pada bertambahnya bangunan. Disamping itu perkembangan tersebut juga menarik penduduk luar Kota Surabaya untuk masuk dan tinggal di Kota Surabaya baik sebagai penduduk musiman maupun penduduk tetap. Perubahan tata guna lahan dari lahan terbuka hijau menjadi lahan terbangun berupa pemukiman dan pusat perdagangan menyebabkan berkurangnya daerah resapan air ke dalam tanah sehingga berakibat pada limpasan air hujan (*run off*).

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, lokasi yang ditinjau untuk melakukan studi adalah Surabaya Selatan. Pada bagian utara hulu terdiri dari Perumahan Villa Bukit Mas, kelurahan Dukuh Pakis dan kawasan hutan. Bagian barat hulu terdiri dari Perumahan Dinas dan Perumahan Darmo Sentosa. Bagian timur hulu terdiri dari Markas Besar Kolatmar, Rumah Sakit Marinir Ewa Pangalila dan rumah warga. Kondisi saat ini, genangan di Jalan Jajartunggal terjadi karena aliran air di saluran sekunder Jl. Golf tidak dapat mengalirkan air ke saluran primer jajartunggal timur dikarenakan muka air saluran pada saat hujan maksimum cukup tinggi.

Kondisi tersebut disebabkan karena saluran primer jajartunggal timur tidak cukup mampu menampung debit air hujan dari bagian hulu dan hujan maksimum. Untuk kondisi saat ini *boezem* yang terletak di Jl. Golf I menerima debit dari saluran sekunder golf I dan jogoloyo.

Perlunya *boezem* ini adalah menampung genangan sementara sebelum dialirkan menuju saluran primer jajartunggal. Pada Tugas Akhir ini, *boezem* dan saluran *inflow* akan dioptimalkan dengan merubah aliran air yang awalnya menuju saluran primer jajartunggal menuju *boezem*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Berapa debit banjir yang terjadi ?
2. Apakah dimensi *boezem* saat ini cukup menampung debit puncak banjir ?
3. Berapakah kapasitas pompa yang dibutuhkan oleh *boezem* ?
4. Berapakah dimensi pintu air di *outlet boezem* ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung debit banjir yang terjadi.
2. Menentukan dimensi *boezem* yang diperlukan saat debit puncak banjir.
3. Menghitung kapasitas pompa yang dibutuhkan oleh *boezem*.
4. Menghitung dimensi pintu air di *outlet boezem*.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak memperhitungkan sedimen yang terjadi.
2. Tidak memperhitungkan aspek biaya.
3. Perhitungan di bagian hilir tidak meninjau debit banjir kali makmur
4. Tidak memperhitungkan debit limbah air kotor pada perhitungan analisa hidrologi.
5. Tidak memperhitungkan analisa struktur.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

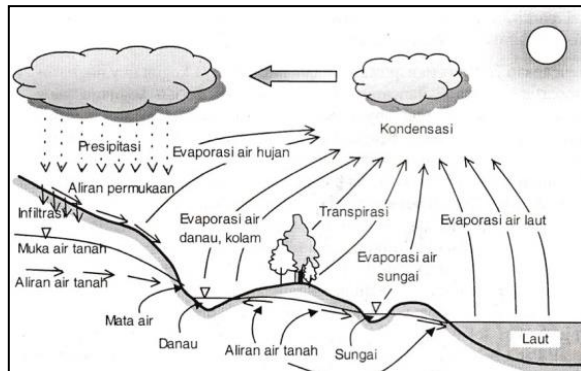
Manfaat dari penelitian ini adalah mengurangi masalah banjir di Jl. Jajar Tunggal dan memaksimalkan fungsi *Boezem* Bhumi Marinir Gunungsari.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Analisa Hidrologi

Secara keseluruhan jumlah air di bumi ini tetap dari masa ke masa. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus menerus. Peristiwa ini dinamakan siklus hidrologi. (Suripin, 2003).



Gambar 2.1 Siklus hidrologi  
Sumber : (Suripin, 2003)

Dalam kaitannya dengan perencanaan drainase, komponen dalam siklus hidrologi yang terpenting adalah aliran permukaan. Komponen inilah yang ditangani untuk menghindari berbagai masalah drainase, khususnya genangan di perkotaan.

Gerakan infiltrasi atau meresapnya air dari permukaan ke dalam tanah dapat berlangsung dengan baik apabila kondisi dalam tanah cukup tersedia ruang pori. Gerakan ini akan terhambat bila ruang pori sangat kecil (tergantung jenis tanah).



Terhambatnya resapan air mengakibatkan air mengalir di atas permukaan tanah, air tersebut akan bergerak secara gravitasi sebagai aliran permukaan (*surface run off*) atau diam di atas cekungan permukaan sebagai genangan. Air di atas permukaan tanah bergerak mengikuti kemiringan medan menuju tempat yang rendah dan menuju badan air seperti saluran, sungai, danau dan sebagainya.

### **2.1.1 Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Berdasarkan peta kondisi eksisting sistem pematusan Rayon Wiyung dan survey di lapangan, didapat hasil gambar perencanaan yang dapat dilihat pada Lampiran 4.8.

### **2.1.2 Menentukan luas pengaruh pada daerah stasiun hujan dengan Metode Poligon *Thiessen*.**

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Stasiun Hujan yang dipilih adalah yang terdekat dengan DAS sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode Poligon *Thiessen* digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata (Bambang Triatmodjo, 2013, hal. 33). Pembentukan polygon *Thiessen* adalah sebagai berikut :

- a. Stasiun pencatat hujan digambarkan pada peta DAS yang ditinjau atau stasiun hujan di luas DAS yang berdekatan.
- b. Stasiun-stasiun tersebut dihubungkan dengan garis lurus sehingga membentuk poligon.
- c. Dibuat garis tegak lurus pada setiap sisi garis lurus untuk kemudian terbentuk titik potong.
- d. Titik potong tersebut akan menjadi garis pengaruh terhadap luasan masing-masing stasiun hujan.

### 2.1.3 Menentukan curah hujan maksimum.

Dari data curah hujan harian pada setiap stasiun hujan yang berpengaruh dipilih nilai maksimum pada kejadian yang sama setiap tahun. Contoh : Stasiun A memiliki nilai maksimum pada tanggal 05 Maret 2015, Stasiun B memiliki nilai maksimum pada tanggal 20 Januari 2015, Stasiun C memiliki nilai maksimum pada tanggal 05 Maret 2015. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Contoh Perhitungan Curah Hujan Maksimum

Tahun	Kejadian (Tanggal)	St. A	St. B	St. C
2015	05 Maret 2015	70	19	68
	20 Januari 2015	0	88	28
	05 Maret 2015	70	19	68

### 2.1.4 Menghitung uji konsistensi curah hujan maksimum setiap stasiun.

Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kecocokan data curah hujan pada masing-masing wilayah. Parameter yang digunakan adalah Nilai  $R^2$  , semakin mendekati nilai 1 atau 100% semakin baik.

### 2.1.5 Menentukan curah hujan kawasan / wilayah.

Pada Tabel 2.1 Contoh Perhitungan Curah Hujan Maksimum dapat diketahui nilai curah hujan maksimum pada setiap stasiun, langkah berikutnya menentukan nilai koefisien thiessen pada setiap stasiun untuk selanjutnya dikalikan dengan nilai curah hujan maksimum dan ditambahkan pada setiap stasiun.

Dari nilai curah hujan wilayah setiap kejadian kemudian dipilih Nilai yang maksimum pada tahun tersebut.

### 2.1.6 Menghitung parameter dasar statistik.

#### Koefisien Varian

$$C_v = \frac{sd}{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots \dots \dots (2.1)$$

#### Koefisien Asimetri (kemencengan)

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \dots \dots \dots (2.2)$$

#### Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)sd^4} \sum (X_i - \bar{X})^4 \dots \dots \dots (2.3)$$

Tabel 2.2 Syarat Penggunaan Jenis Sebaran

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	Cs = 0
		Ck = 3
2	Log Normal	Cs = Cv <sup>3</sup> +3Cv
		Ck = Cv <sup>8</sup> + 6Cv <sup>6</sup> + 15Cv <sup>4</sup> + 16Cv <sup>2</sup> + 3
3	Gumbel	Cs = 1,14
		Ck = 5,4
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas

Sumber : Bambang Triatmodjo, 2010

### 2.1.7 Melakukan uji kecocokan

Sebelum menggunakan hasil perhitungan curah hujan, perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan distribusi frekuensi tersebut. Adapun parameter pengujian yang digunakan yaitu *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov Kolmogorof*.

- **Uji *Chi-Kuadrat***

Uji *Chi-Kuadrat* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan pengujian ini menggunakan parameter  $X^2$  (Soewarno, 1995, hal. 194), yang dirumuskan sebagai berikut :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

$X_h^2$  = Parameter *Chi-Kuadrat* terhitung,

G = Jumlah sub kelompok,

$O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i,

$E_i$  = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

Tahapan dalam menentukan pengujian ini meliputi :

- Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya),
- Kelompokkan data menjadi G sub-grupnya masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan,
- Jumlahkan data pengamatan sebesar  $O_i$  tiap-tiap sub-grup,
- Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan ( $E_i$ )

- Hitung nilai  $(O_i - E_i)^2$  dan,  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
- Jumlah seluruh G sub-grup nilai  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$  untuk menentukan nilai chi-kuadrat hitung,
- Tentukan derajat kebebasan  $dk = G - R - 1$  ( $R = 2$  untuk distribusi normal dan binomial, dan  $R = 1$  untuk distribusi poisson)

Interpretasi hasil yang diperoleh yaitu apabila peluang  $> 5\%$  maka persamaan distribusi dapat diterima, jika peluang  $< 1\%$  maka persamaan distribusi tidak dapat diterima, dan jika peluang berada diantara 1-5% maka masih memerlukan data tambahan (Soewarno, 1995, Hal. 195).

- **Uji *Smirnov-Kolmogorof***

Uji *Smirnov-Kolmogorof* juga sering disebut uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Soewarno, 1995, hal. 199). Prosedurnya adalah sebagai berikut :

- Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.  
 $X_1 = P(X_1)$   
 $X_2 = P(X_2)$   
 $X_3 = P(X_3)$ , dan seterusnya
- Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari persamaan distribusinya.
- Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorof Test*) tentukan harga  $D_0$ .
- Apabila  $D < D_0$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima.

Apabila  $D > D_o$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

### 2.1.8 Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana pada periode ulang ( T ) tertentu.

#### • Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah besarnya curah hujan rata-rata (R) yang terjadi di suatu daerah dalam suatu satuan waktu (t) tertentu yang sesuai dengan waktu konsentrasi dan periode ulang tertentu. Intensitas hujan yang terjadi dalam selang waktu hujan tertentu (durasi hujan) tergantung pada besarnya periode ulang hujan yang diambil.

Untuk mencari besarnya intensitas hujan digunakan rumus Mononobe :

$$I = R_{24} / 24 \times (24/t_c)^{2/3} \text{ (mm/jam)} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :  $R_{24}$  = Curah hujan maksimum (mm)

$t_c$  = Waktu / lama hujan (jam)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

#### • Waktu Konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran.

Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) dapat dihitung dengan rumus :

$$t_c = t_o + t_f$$

Dimana :

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

$t_o$  = Waktu yang dibutuhkan untuk mengalir di permukaan menuju inlet (menit).

tf = Waktu yang diperlukan untuk mengalir di sepanjang saluran (menit)

(Modul Drainase PS 379, 2006, hal. 2-15).

Untuk menghitung (to) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$to = 1,44 \times \left\{ nd \times \frac{lo}{\sqrt{So}} \right\}^{0,467} \dots\dots(2.6)$$

Dimana :

lo = Jarak dari titik terjauh ke inlet  
( lo ≤ 400 m ) (meter)

nd = Koefisien kekasaran (Tabel 2.3)

So = Kemiringan Medan

Tabel 2.3 Harga Koefisien hambatan, nd

Jenis Permukaan	nd
Permukaan impervious dan licin	0.02
Tanah padat terbuka dan licin	0.10
Permukaan sedikit berumput, tanah dengan tanaman berjajar, tanah terbuka kekasaran sedang	0.20
Padang rumput	0.40
Lahan dengan pohon-pohon musim gugur	0.60
Lahan dengan pohon-pohon berdaun, hutan lebat, lahan berumput tebal	0.80

Sumber : Modul Drainase PS 1379, 2006

Untuk menghitung (tf) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$tf = \left\{ \frac{L \text{ saluran}}{V \text{ saluran}} \right\} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

L saluran = Panjang Saluran (meter)

$V \text{ saluran} = \text{Kecepatan di Saluran (meter)}$

- **Koefisien Pengaliran (C)**

Koefisien pengaliran (C) adalah perbandingan antara jumlah air permukaan di suatu daerah akibat turunnya hujan dengan jumlah air hujan di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran itu sangat sulit ditentukan secara pasti, karena banyak faktor yang mempengaruhi. Untuk menentukan besarnya koefisien pengaliran ini dilakukan beberapa pendekatan, antara lain berdasarkan tata guna lahan dan jenis permukaan. Seperti yang terlihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Koefisien pengaliran (C)

Kondisi	C	Karakteristik	C
Pusat perdagangan	0,70-0,95	Permukaan aspal	0,70-0,95
Lingkungan sekitarnya	0,50-0,70	Permukaan beton	0,80-0,95
Rumah-rumah tinggal	0,30-0,50	Permukaan batu buatan	0,70-0,85
Kompleks perumahan	0,40-0,60	Permukaan kerikil	0,15-0,35
Daerah pinggiran	0,25-0,40	Alur setapak	0,10-0,85
Apartemen	0,50-0,70	Atap	0,75-0,95
Industri berkembang	0,50-0,80	Lahan tanah berpasir kemiringan 2%	0,05-0,10



Kondisi	C	Karakteristik	C
Industri besar	0,60-0,90	Kemiringan 2-7%	0,10-0,15
Taman, perkuburan	0,10-0,25	Bertrap < 7%	0,15-0,20
Taman bermain	0,10-0,26	Lahan tanah keras kemiringan 2%	0,13-0,17
Lapangan & rel kereta	0,20-0,40	Kemiringan rata-rata 2-7%	0,18-0,22
Daerah belum berkembang	0,10-0,30	Bertrap > 7%	0,25-0,35

Sumber : “Urban Drainage Guidelines and Technical Design Standards,” Dep.PU, Jakarta, November, 1994

Tabel 2.3 menggambarkan nilai C untuk penggunaan lahan yang seragam, dimana kondisi ini sangat jarang dijumpai untuk lahan yang relatif luas. Jika DAS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda , maka C yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :  $A_i$  = Luas lahan  $i$ ,

$C_i$  = Koefisien aliran

$n$  = Jumlah jenis penutup lahan.

### • Debit Metode Rasional

Metode Rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan (DAS) kecil.

Beberapa ahli memandang bahwa luas DAS  $< 2,5 \text{ km}^2$  (Bambang Triatmodjo, 2013; Ponce, 1989).

$Q = 0,278.C.I.A$ , Dimana:

$Q$  = Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi dan frekuensi tertentu ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

$C$  = Koefisien pengaliran

$I$  = Intensitas hujan periode ulang tertentu ( $\text{mm}/\text{jam}$ )

$A$  = Luas daerah pengaliran ( $\text{km}^2$ )

### • Hidrograf Metode Rasional

Bentuk hidrograf sangat dipengaruhi oleh Intensitas Hujan, Lama Hujan dan keadaan daerah aliran. Daerah aliran dalam keadaan kering, bagian puncak akan berbentuk datar bila dibandingkan pada keadaan yang lebih basah. Hidrograf Metode Rasional dibagi menjadi 2 jenis yaitu Hidrograf berbentuk Segitiga dan Hidrograf berbentuk Trapesium.

- **Hidrograf Segitiga** digunakan apabila kondisi

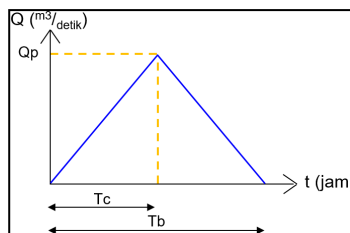
$T_r = T_c$ ,  $T_b = 2 \times T_c$ . Dimana :

$T_b$  : Waktu aliran akibat Reff

$T_r$  : Waktu Hujan Efektif (Jam)

$T_c$  : Waktu Konsentrasi (Jam)

$Q_p$  : Debit Maksimum ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )



Gambar 2.2 Contoh Hidrograf Segitiga

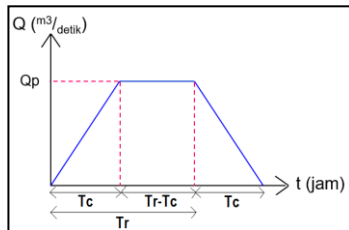
$$R_{eff} = C \times R_{tot} = C \times I \times T_c$$

$$Q_p = 2 \times C \times I \times (T_r/T_b) \times A = 2 \times C \times I \times (T_c/2T_c) \times A$$

Dimana :  $C$  = Koef. Aliran ,  $R_{tot}$  = Hujan Total

$I$  = Intensitas Hujan ,  $A$  = Luas Daerah

- **Hidrograf Trapesium** digunakan apabila kondisi  $T_r > T_c$ .



Gambar 2.3 Contoh Hidrograf Trapesium

$$R_{eff} = C \times I \times T_r$$

$$\text{Volume Aliran} = \frac{1}{2} \times Q_p (T_r - T_c + T_r + T_c) = Q_p \times T_r$$

### 2.1.9 Flood Routing Pompa

Pompa dibutuhkan bila boezem tidak bisa mengalir secara gravitasi menuju Saluran Primer Jajar Tunggal. *Flood Routing* Pompa berfungsi untuk mendapatkan nilai *outflow* (kapasitas pompa) yang perlu dikeluarkan agar muka air di *boezem* tetap pada kondisi awal.

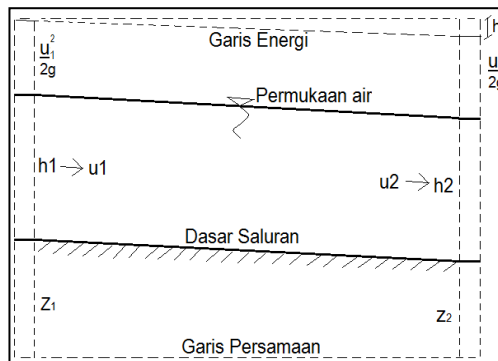
## 2.2 Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang saluran dalam menampung debit rencana. Salah satu penyebab banjir adalah karena ketidakmampuan penampang dalam menampung debit banjir yang terjadi.

Analisa Hidrolika ini terdiri dari analisa penampang eksisting dan perencanaan penampang saluran. Analisa penampang eksisting dan penampang

rencana menggunakan program bantu HEC-RAS dengan debit sebagai data input.

Aliran saluran terbuka dapat terjadi dalam bentuk yang bervariasi, mulai dari aliran di atas permukaan tanah yang terjadi pada waktu hujan, sampai aliran dengan kedalaman air konstan. Aliran yang dibahas pada Tugas Akhir ini adalah Aliran Saluran Terbuka. Contoh aliran dalam saluran terbuka dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Aliran Saluran Terbuka

Pada gambar tersebut, dapat diketahui bahwa tinggi energi adalah jumlah dari tinggi letak dasar saluran ( $z$ ), tinggi tekanan atau kedalaman air ( $h$ ) dan tinggi kecepatan ( $u^2/2g$ ).

Aliran saluran terbuka dapat digolongkan berdasarkan perubahan kedalaman aliran ( $h$ ) terhadap waktu ( $t$ ) dan terhadap tempat ( $s$ ). Aliran Saluran Terbuka dibedakan menjadi Aliran Tetap (Steady Flow) adalah apabila kedalaman aliran tidak berubah menurut waktu dan tempat.

Sebaliknya, Aliran Tidak Tetap (Unsteady Flow) adalah apabila kedalaman air (h) berubah menurut waktu (t) dan tempat (s). Aliran yang dibahas pada Tugas Akhir ini adalah Aliran Tidak Tetap (Unsteady Flow).  
(Ir. Anggrahini, M.Sc, 1997, hal. 3)

### 2.2.1 Geometri Penampang Saluran

Sifat-sifat dari bagian-bagian geometri penampang saluran seluruhnya ditentukan oleh bentuk geometri dari saluran dan kedalaman aliran. (Ir. Anggrahini, M.Sc, 1997, hal. 16)

- a. Kedalaman aliran (h) : adalah jarak vertical dari titik terendah dari penampang saluran sampai ke permukaan air.
- b. Lebar permukaan T : adalah lebar penampang saluran pada permukaan aliran (permukaan bebas).
- c. Luas penampang aliran atau luas penampang basah A : adalah luas penampang aliran yang diambil tegak lurus arah aliran.
- d. Keliling basah O : adalah panjang garis pertemuan antara cairan dan batas penampang melintang saluran yang tegak lurus arah aliran.
- e. Jari-jari hidraulik R : Perbandingan antara luas penampang basah dan keliling basah.  $R = A/O$
- f. Kedalaman hidraulik D : adalah perbandingan antara luas penampang basah dan lebar permukaan basah,  $D = A/T$
- g. Faktor penampang Z : adalah hasil perkalian dari luas basah dan akar dari kedalaman hidraulik.  $Z = A \times D^{0.5}$

### 2.2.2 Debit Saluran

$$Q = A \times V \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana : A = Luas Penampang Saluran ( $m^2$ )

V = Kecepatan Saluran (m/det)

### 2.2.3 Persamaan Manning

Untuk menghitung kecepatan penampang saluran menggunakan Persamaan Manning (Ir. Anggrahini, M.Sc, 1997, hal. 141).

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :    n = Angka koefisien kekerasan manning  
                       (Ir. Anggrahini, M.Sc, 1997, Tabel B.2  
                       Nilai Koefisien Kekasaran n)  
                       S = Kemiringan dasar saluran  
                       R = Jari-jari Hidraulik (m)

Tabel 2.5 Kecepatan aliran berdasarkan material dinding dan dasar saluran

Jenis Bahan	Kecepatan Aliran Ijin (m/det)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau <i>alluvial</i>	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung keras	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Beton bertulang	1,50

*Sumber : Drainase Terapan, 2011*

### 2.2.4 Flood Routing Pintu Air

Pintu air akan diletakkan di *outlet boezem* sebagai pintu pengatur muka air *boezem*. Pada prinsipnya, Flood Routing Pintu ini sama dengan pompa, hanya saja jumlah pintu yang direncanakan menyesuaikan dengan

debit yang ingin dikeluarkan. Pintu ini digunakan saat *boezem* dapat mengalirkan air secara gravitasi menuju Saluran Primer Jajar Tunggal. Rumus pintu dengan tipe aliran tak tenggelam sebagai berikut :

$$Q = C_d \cdot b \cdot a (2 \cdot g \cdot h)^{1/2} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :  $Q$  = Debit ( $m^3/det$ )

$C_d$  = Koefisien debit

$b$  = Lebar pintu (m)

$a$  = Tinggi lubang pintu (m)

$h$  = Selisih tinggi air di hulu & hilir pintu (m)

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Gambaran Umum

Bab ini menjelaskan tentang tahapan perencanaan yang diperlukan seperti ide studi, studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data dan menghasilkan kesimpulan dari tujuan perencanaan.

### 3.2 Tahapan Perencanaan

Berdasarkan *Flow Chart* yang tertera pada gambar 3.1 halaman 24, dapat dijelaskan tahapan perencanaan sebagai berikut :

#### 1. Ide Studi

Ide studi pada tugas akhir ini diambil karena timbulnya Genangan pada wilayah studi dengan luas dan lama genangan yang relatif besar dan terjadi dalam waktu yang lama. Kondisi ini tidak sesuai dengan harapan pemerintah Kota Surabaya. Pada kondisi eksisting pematusan kedurus di wilayah Rayon Wiyung timbul genangan di Jl. Golf. Untuk keterangan lebih detail dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.1 Data genangan tahun 2016

No	Lokasi Genangan	Lama Genangan (menit)	Tinggi Genangan (cm)	Luas Genangan (km)
1	Jl. Jajar Tunggal Marinir	27,3336	16,5425	0,10912

*Sumber : Data Genangan oleh Dinas PU Bina Marga dan Pematusan tahun 2016*



## 2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami konsep dan prinsip perencanaan. Studi literatur ini berisi informasi yang mendukung terkait analisa data perencanaan. Dalam hal ini, studi literatur didapat dari buku, jurnal ilmiah, laporan tugas akhir dan sumber lain yang *valid*.

## 3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk mendukung perencanaan yang akan dilakukan. Data yang diperlukan antara lain data primer dan data sekunder.

- **Data Hidrologi**

Data primer yang diperlukan pada perencanaan tugas akhir ini yaitu Data Curah Hujan, Peta Jaringan Drainase, Data Tata Guna Lahan, Data Genangan

- **Data Hidrolika**

Data sekunder yang diperlukan pada perencanaan tugas akhir ini yaitu Data Penampang Saluran, Data Penampang *Boezem*, Data Elevasi

## 4. Pengolahan Data dan Pembahasan

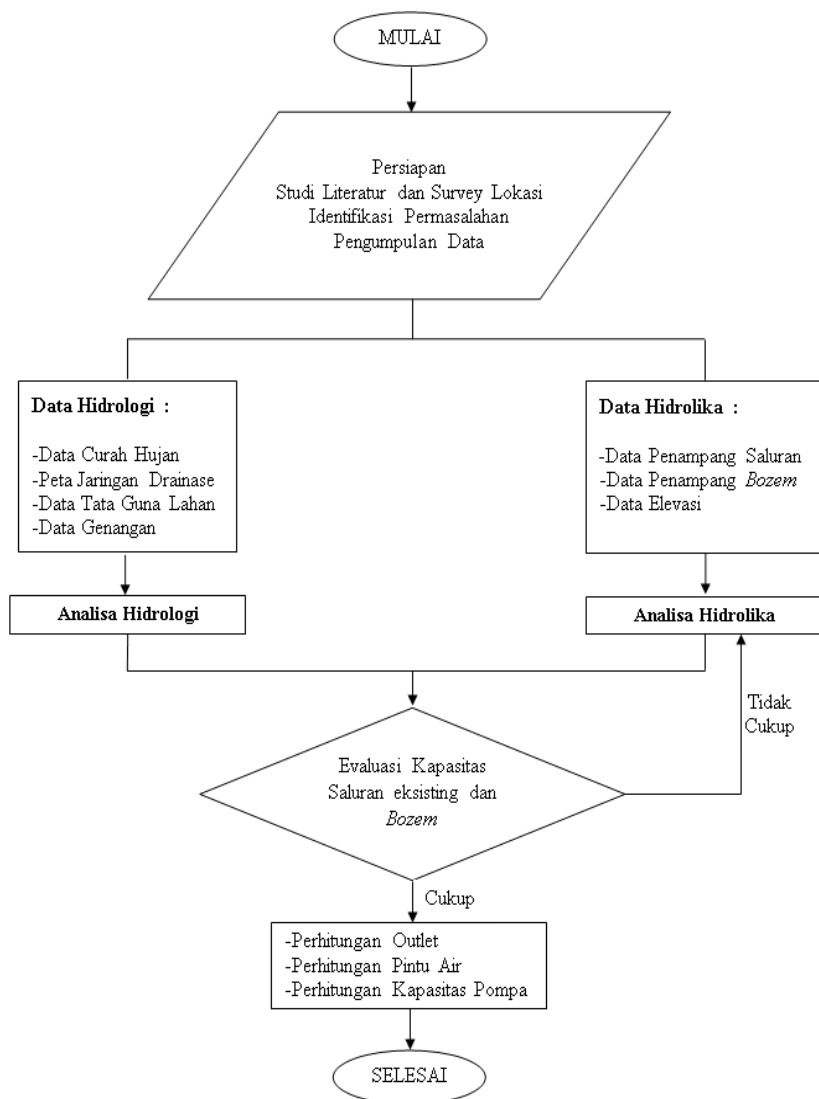
Pengolahan data dilakukan setelah mengumpulkan data primer dan data sekunder. Pengolahan data dilakukan dengan analisis hidrologi untuk memperoleh intensitas hujan dari data curah hujan kawasan. Data analisa hidrolika berfungsi untuk mengetahui debit air hujan, debit saluran, kapasitas saluran, dimensi pintu air dan kapasitas pompa yang dibutuhkan.

Langkah pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Pengumpulan data primer, data sekunder, dan studi literatur.
- b. Pengolahan data hujan, peta DAS dan peta tata guna lahan sebagai analisis hidrologi untuk mendapatkan intensitas hujan dan hujan rencana.
- c. Pengolahan hasil analisis hidrologi sebagai bahan analisis hidrolika untuk mengetahui profil muka air di Saluran Primer Jajar Tunggal Timur.
- d. Perencanaan dimensi *boezem*, kapasitas pompa *boezem*, pintu air di *outlet boezem*, dimensi saluran penghubung dan dimensi saluran primer jajar tunggal.

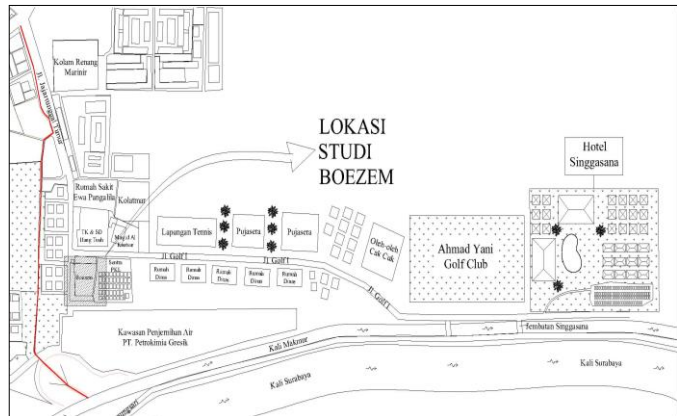
## **5. Kesimpulan dan rekomendasi**

Kesimpulan diperoleh berdasarkan hasil analisis dan pembahasan data perencanaan yang dilakukan sehingga diperoleh hasil evaluasi yang sesuai. Selanjutnya memberikan rekomendasi kepada Dinas PU Bina Marga dan Pematuan Pemerintah Kota Surabaya untuk mengurangi masalah yang terjadi.

Gambar 3.1 *Flow Chart* Perencanaan Tugas Akhir

### 3.3

### Lokasi Penelitian

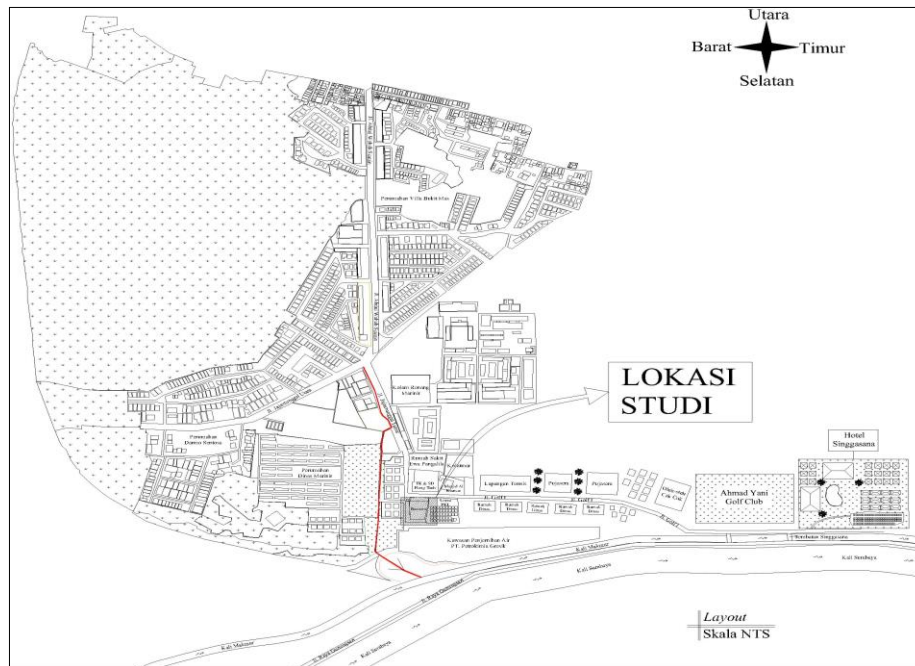


Gambar 3.2 Lokasi penelitian tugas akhir

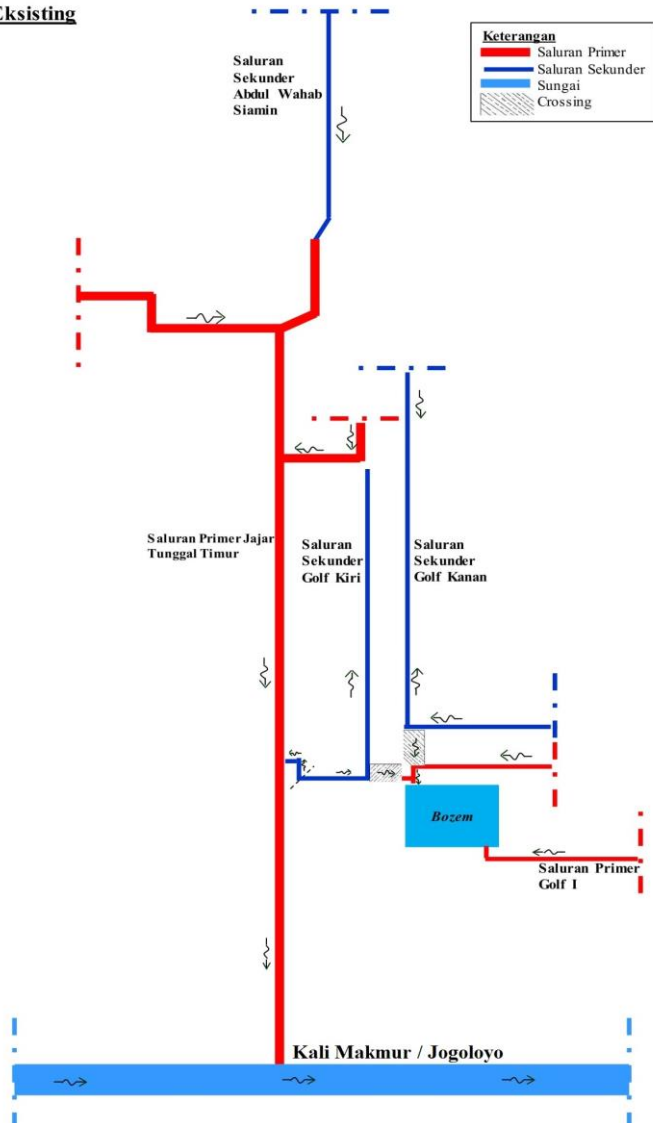
Gambar 3.2 menerangkan tentang lokasi penelitian Tugas Akhir di Wilayah Surabaya Selatan, Kecamatan Wiyung dan Kecamatan Dukuh Pakis. Hulu saluran berada pada Jalan Abdul Wahab Siamin, sedangkan Hiir saluran berada di Kali Makmur.

Batasan Lokasi daerah penelitian:

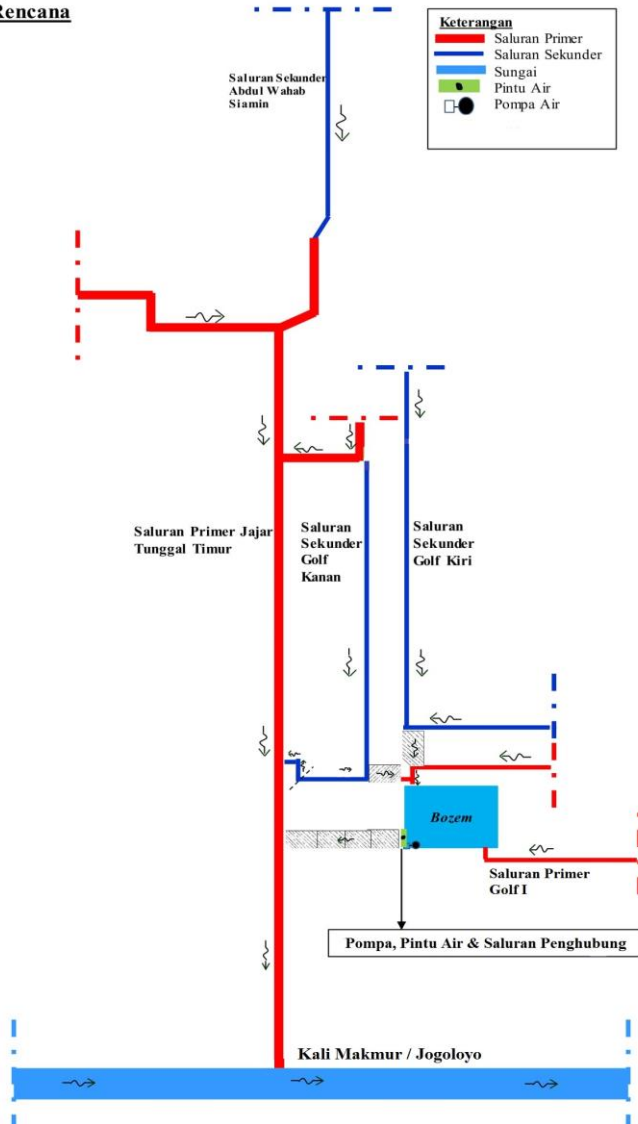
- Utara : Kecamatan Sukomanunggal
- Selatan : Kecamatan Karangpilang
- Timur : Kecamatan Wonokromo
- Barat : Kecamatan Sambikerep



Gambar 3.3 Detail lokasi tugas akhir

**Skema Eksisting**

Gambar 3.4 Skema Eksisting

**Skema Rencana**

Gambar 3.5 Skema Rencana

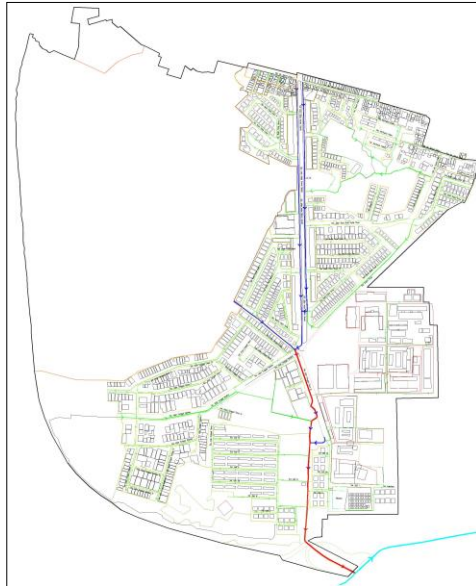
## **BAB IV**

### **ANALISA HIDROLOGI**

Analisis hidrologi diperlukan untuk mengetahui karakteristik daerah pengaliran saluran. Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu perencanaan bangunan air. Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut :

#### **4.1 Penentuan Daerah Aliran Sungai**

Penentuan Daerah Aliran Sungai ( DAS ) dilakukan berdasarkan pada Peta Jaringan Drainase Surabaya. DAS Saluran Primer Jajar Tunggal mempunyai luasan sebesar 2.244 km<sup>2</sup>. Penentuan luasan dilakukan dengan menggunakan program AutoCAD. Gambar DAS Saluran Primer Jajar Tunggal dapat dilihat pada gambar 4.1.



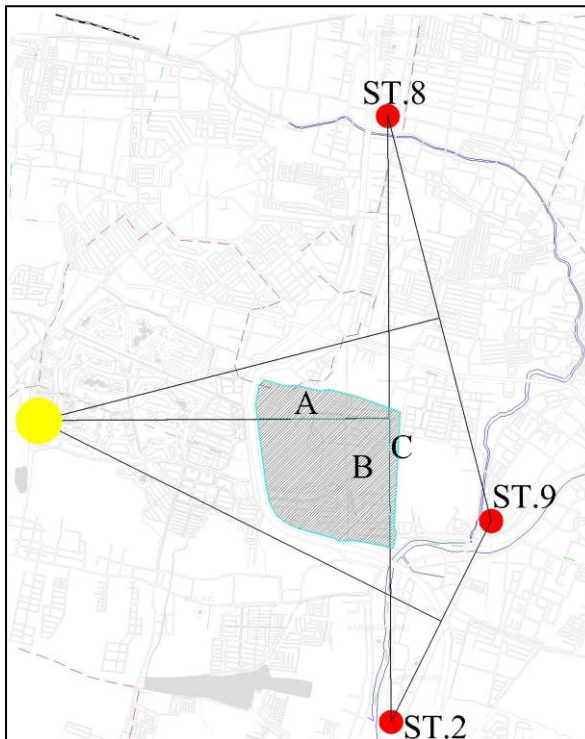
**Gambar 4.1** DAS Saluran Primer Jajar Tunggal



#### 4.2 Menentukan Luas Pengaruh Dengan Metode Poligon Thiessen

Pembentukan Poligon *Thiessen* adalah sebagai berikut :

- Stasiun 8, 9, 2 digambarkan pada peta DAS yang ditinjau atau stasiun hujan di luas DAS yang berdekatan.
- Stasiun-stasiun tersebut dihubungkan dengan garis lurus sehingga membentuk poligon.
- Dibuat garis tegak lurus pada setiap sisi garis lurus untuk kemudian terbentuk titik potong.
- Titik potong tersebut akan menjadi garis pengaruh terhadap luasan masing-masing stasiun hujan.



**Gambar 4.2** Gambar Poligon *Thiessen*

Gambar 4.2 menjelaskan bahwa Stasiun hujan yang berpengaruh terhadap DAS Saluran Primer Jajar Tunggal Timur yaitu ST.8 (Stasiun Hujan Simo), ST.9 (Stasiun Hujan Gunungsari) dan ST.2 (Stasiun Hujan Kebon Agung). Luas A berpengaruh pada Stasiun Hujan No.8 (Simo), Luas B berpengaruh pada Stasiun Hujan No.2 (Kebon Agung) dan Luas C berpengaruh pada Stasiun Hujan No.9 (Gunungsari). Luas Daerah A, B dan C dapat dilihat pada Tabel 4.1

**Tabel 4.1** Luas Daerah Yang Berpengaruh Pada Stasiun Hujan

Luas Daerah yang berpengaruh	Stasiun Hujan yang berpengaruh	Luas DAS (km <sup>2</sup> )	Koefisien Thiessen (W)
A	Simo	0.426	0.190
B	Kebon Agung	1.702	0.758
C	Gunungsari	0.116	0.052
<b>TOTAL</b>		<b>2.244</b>	<b>1.000</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Koefisien Thiessen (W) dihitung sebagai berikut :

- $W_A = 0.426 \text{ km}^2 / 2.224 \text{ km}^2 = 0.190$
- $W_B = 1.702 \text{ km}^2 / 2.224 \text{ km}^2 = 0.758$
- $W_C = 0.116 \text{ km}^2 / 2.224 \text{ km}^2 = 0.052$

#### 4.3 Menentukan Curah Hujan Maksimum

Data curah hujan harian yang digunakan mulai tahun 1996 sampai dengan tahun 2015. Data curah hujan maksimum dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	Tinggi Curah Hujan Tahunan Maksimum (mm)		
		Gunungsari	Simo	Kebon Agung
1	1996	70	100	72
2	1997	95	154	87
3	1998	83	83	80
4	1999	75	84	110
5	2000	84	90	110
6	2001	90	172	117
7	2002	113	135	105
8	2003	98	174	75
9	2004	103	152	98
10	2005	114	138	105
11	2006	110	132	98
12	2007	96	107	100
13	2008	81	87	85
14	2009	78	107	76
15	2010	91	89	109
16	2011	102	84	97
17	2012	102	67	114
18	2013	97	96	95

No	Tahun	Tinggi Curah Hujan Tahunan Maksimum (mm)		
		Gunungsari	Simo	Kebon Agung
19	2014	86	78	89
20	2015	70	88	68

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Perhitungan berikutnya yaitu memilih kejadian yang sama pada setiap curah hujan maksimum dan stasiun hujan tertentu.

Contoh perhitungan curah hujan maksimal :

Data curah hujan pada tahun 1996 :

$R_{1\max}$  (Stasiun Gunungsari) di tahun 1996 = 70 mm, terjadi pada tanggal 09 November 1996. Maka di tanggal yang sama, nilai hujan setiap stasiun hujan adalah :

$R_2$  (Stasiun Simo) = 15 mm

$R_3$  (Stasiun Kebon Agung) = 23 mm

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3**Curah Hujan Maksimum dengan kejadian yang sama

Tahun	Tanggal	Stasiun Gunungsari	Stasiun Simo	Stasiun Kebon Agung
<b>Koefisien</b>		<b>0.0517</b>	<b>0.1899</b>	<b>0.7584</b>
1996	09/11/1996	70	15	23
1996	06/02/1996	0	100	15
1996	09/02/1996	50	30	72
1997	13/02/1997	95	154	87
1997	13/02/1997	95	154	87
1997	13/02/1997	95	154	87
1998	13/02/1998	83	60	80

<b>Tahun</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Stasiun Gunungsari</b>	<b>Stasiun Simo</b>	<b>Stasiun Kebon Agung</b>
<b>Koefisien</b>		<b>0.0517</b>	<b>0.1899</b>	<b>0.7584</b>
1998	19/12/1998	42	83	0
1998	13/02/1998	83	60	80
1999	01/01/1999	75	40	110
1999	15/04/1999	54	84	24
1999	01/01/1999	75	40	110
2000	23/12/2000	84	0	53
2000	12/03/2000	70	90	49
2000	23/03/2000	79	48	110
2001	21/01/2001	90	15	87
2001	01/03/2001	40	172	103
2001	02/03/2001	26	123	117
2002	30/01/2002	113	135	105
2002	30/01/2002	113	135	105
2002	30/01/2002	113	135	105
2003	16/03/2003	98	166	67
2003	28/11/2003	76	174	45
2003	01/02/2003	37	12	75
2004	05/03/2004	103	152	92
2004	05/03/2004	103	152	92
2004	05/03/2004	103	152	92
2005	24/11/2005	114	58	105
2005	13/12/2005	86	138	30
2005	24/11/2005	114	58	105
2006	07/03/2006	110	57	72

<b>Tahun</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Stasiun Gunungsari</b>	<b>Stasiun Simo</b>	<b>Stasiun Kebon Agung</b>
<b>Koefisien</b>		<b>0.0517</b>	<b>0.1899</b>	<b>0.7584</b>
2006	22/02/2006	34	132	18
2006	19/02/2006	81	12	98
2007	21/03/2007	96	74	78
2007	04/12/2007	64	107	68
2007	22/02/2007	41	62	100
2008	28/12/2008	81	67	75
2008	17/12/2008	58	87	64
2008	20/11/2008	43	39	85
2009	09/01/2009	78	107	70
2009	09/01/2009	78	107	70
2009	06/03/2009	52	83	76
2010	25/03/2010	91	89	93
2010	25/03/2010	91	89	93
2010	03/12/2010	90	70	109
2011	09/11/2011	102	84	97
2011	09/11/2011	102	84	97
2011	09/11/2011	102	84	97
2012	01/01/2012	102	41	103
2012	30/01/2012	89	67	97
2012	07/02/2012	67	25	114
2013	23/04/2013	97	96	95
2013	23/04/2013	97	96	95
2013	23/04/2013	97	96	95
2014	19/12/2014	86	70	89
2014	06/12/2014	44	78	42

Tahun	Tanggal	Stasiun Gunungsari	Stasiun Simo	Stasiun Kebon Agung
<b>Koefisien</b>		<b>0.0517</b>	<b>0.1899</b>	<b>0.7584</b>
2014	19/12/2014	86	70	89
2015	05/03/2015	70	19	68
2015	20/01/2015	0	88	28
2015	05/03/2015	70	19	68

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### 4.4 Melakukan Uji Konsistensi Stasiun Hujan

Keterangan : ST. 9 = Stasiun Hujan Gunungsari

ST. 8 = Stasiun Hujan Simo

ST. 2 = Stasiun Hujan Kebon Agung

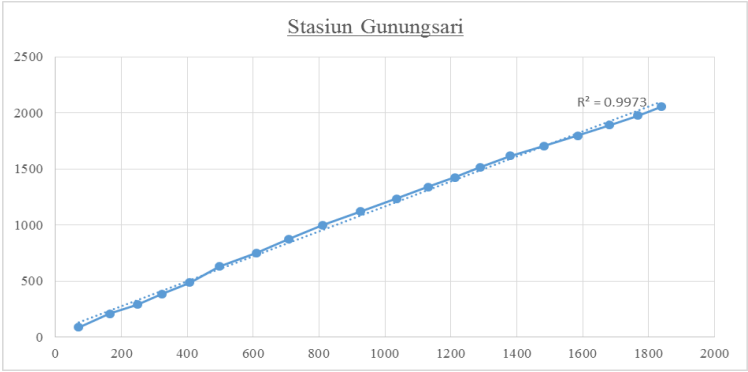
**Tabel 4.4** Uji Konsistensi Stasiun Gunungsari

Tahun	ST. 9	Akumulasi	ST. 8	ST. 2	Jumlah	Rerata	Akumulasi
	(mm)	ST. 9	(mm)	(mm)	ST.8 & 2	ST.8 & 2	ST.8 & 2
1996	70	70	100	72	172	86	86
1997	95	165	154	87	241	121	207
1998	83	248	83	80	163	82	288
1999	75	323	84	110	194	97	385
2000	84	407	90	110	200	100	485
2001	90	497	172	117	289	145	630
2002	113	610	135	105	240	120	750
2003	98	708	174	75	249	125	874

Tahun	ST. 9	Akumulasi	ST. 8	ST. 2	Jumlah	Rerata	Akumulasi
	(mm)	ST. 9	(mm)	(mm)	ST.8 & 2	ST.8 & 2	ST.8 & 2
2004	103	811	152	98	250	125	999
2005	114	925	138	105	243	122	1121
2006	110	1035	132	98	230	115	1236
2007	96	1131	107	100	207	104	1339
2008	81	1212	87	85	172	86	1425
2009	78	1290	107	76	183	92	1517
2010	91	1381	89	109	198	99	1616
2011	102	1483	84	97	181	91	1706
2012	102	1585	67	114	181	91	1797
2013	97	1682	96	95	191	96	1892
2014	86	1768	78	89	167	84	1976
2015	70	1838	88	68	156	78	2054

*Sumber : Hasil Perhitungan*





**Gambar 4.3** Grafik Uji Konsistensi Stasiun Gunungsari

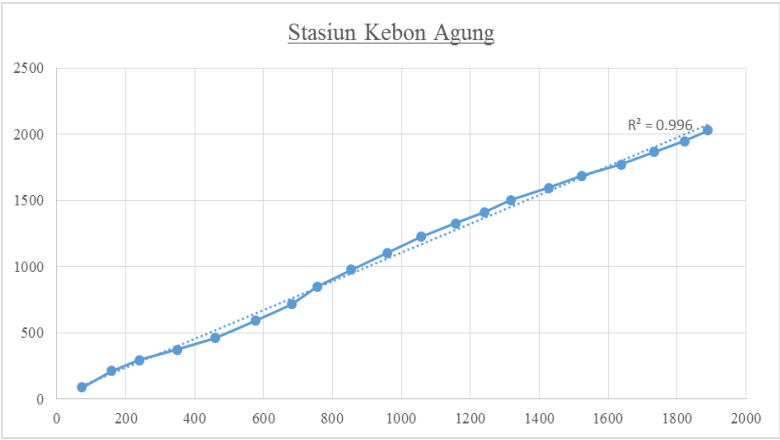
Dari Gambar 4.3 terlihat  $R^2 = 0.9973$  atau sama dengan tingkat kepercayaan 99.73%.

**Tabel 4.5** Uji Konsistensi Stasiun Kebon Agung

Tahun	ST. 2	Akumulasi	ST. 9	ST. 8	Jumlah	Rerata	Akumulasi
	(mm)	ST. 2	(mm)	(mm)	ST.9 & 8	ST.9 & 8	ST.9 & 8
1996	72	72	70	100	170	85	85
1997	87	159	95	154	249	125	210
1998	80	239	83	83	166	83	293
1999	110	349	75	84	159	80	372
2000	110	459	84	90	174	87	459
2001	117	576	90	172	262	131	590
2002	105	681	113	135	248	124	714

Tahun	ST. 2	Akumulasi	ST. 9	ST. 8	Jumlah	Rerata	Akumulasi
	(mm)	ST. 2	(mm)	(mm)	ST.9 & 8	ST.9 & 8	ST.9 & 8
2003	75	756	98	174	272	136	850
2004	98	854	103	152	255	128	978
2005	105	959	114	138	252	126	1104
2006	98	1057	110	132	242	121	1225
2007	100	1157	96	107	203	102	1326
2008	85	1242	81	87	168	84	1410
2009	76	1318	78	107	185	93	1503
2010	109	1427	91	89	180	90	1593
2011	97	1524	102	84	186	93	1686
2012	114	1638	102	67	169	85	1770
2013	95	1733	97	96	193	97	1867
2014	89	1822	86	78	164	82	1949
2015	68	1890	70	88	158	79	2028

*Sumber : Hasil Perhitungan*



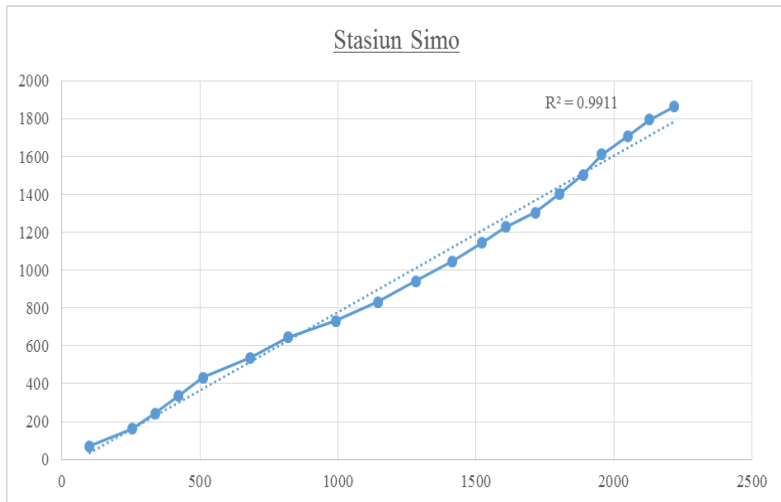
**Gambar 4.4** Grafik Uji Konsistensi Stasiun Kebon Agung  
Dari Gambar 4.4 terlihat  $R^2 = 0.9960$  atau sama dengan tingkat kepercayaan 99.60%.

**Tabel 4.6** Uji Konsistensi Stasiun Simo

Tahun	ST. 8	Akumulasi	ST. 2	ST. 9	Jumlah	Rerata	Akumulasi
	(mm)	ST. 2	(mm)	(mm)	ST.2 & 9	ST.2 & 9	ST.2 & 9
1996	100	100	72	70	142	71	71
1997	154	254	87	95	182	91	162
1998	83	337	80	83	163	82	244
1999	84	421	110	75	185	93	336
2000	90	511	110	84	194	97	433
2001	172	683	117	90	207	104	537

Tahun	ST. 8	Akumulasi	ST. 2	ST. 9	Jumlah	Rerata	Akumulasi
	(mm)	ST. 2	(mm)	(mm)	ST.2 & 9	ST.2 & 9	ST.2 & 9
2002	135	818	105	113	218	109	646
2003	174	992	75	98	173	87	732
2004	152	1144	98	103	201	101	833
2005	138	1282	105	114	219	110	942
2006	132	1414	98	110	208	104	1046
2007	107	1521	100	96	196	98	1144
2008	87	1608	85	81	166	83	1227
2009	107	1715	76	78	154	77	1304
2010	89	1804	109	91	200	100	1404
2011	84	1888	97	102	199	100	1504
2012	67	1955	114	102	216	108	1612
2013	96	2051	95	97	192	96	1708
2014	78	2129	89	86	175	88	1795
2015	88	2217	68	70	138	69	1864

*Sumber : Hasil Perhitungan*



**Gambar 4.5** Grafik Uji Konsistensi Stasiun Simo

Dari Gambar 4.5 terlihat  $R^2 = 0,9911$  atau sama dengan tingkat kepercayaan 99,11%.

#### 4.5 Menghitung Curah Hujan Kawasan / Wilayah

Persamaan yang digunakan untuk menghitung curah hujan wilayah adalah :

$$R = (R_1 \times W_1) + (R_2 \times W_2) + (R_3 \times W_3)$$

Contoh perhitungan curah hujan kawasan / wilayah :

Data curah hujan pada tanggal 09 November 1996

$R_1$  (Stasiun Gunungsari) = 70 mm

$R_2$  (Stasiun Simo) = 15 mm

$R_3$  (Stasiun Kebon Agung) = 23 mm

Koef. Sub DAS Gunungsari = 0.0517

Koef. Sub DAS Simo = 0.1899

Koef. Sub DAS Kebon Agung = 0.7584

Hujan wilayah pada tanggal 09 November 1996 adalah sebagai berikut :

$$R = (70 \times 0.0517) + (15 \times 0.1899) + (23 \times 0.7584) = 23.91 \text{ mm}$$

Setelah didapatkan hujan wilayah pada setiap tanggal di tahun yang sama, maka dipilih curah hujan paling maksimum untuk mewakili curah hujan setiap tahun. Untuk curah hujan wilayah tahun selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Hasil Perhitungan Curah Hujan Kawasan / Wilayah Metode Poligon *Thiessen*

Tahun	Tanggal	ST.9	ST.8	ST.2	R (mm)	Hujan Wilayah
Koefisien		0.0517	0.1899	0.7584		
1996	09/11/1996	70	15	23	23.91	62.89
1996	06/02/1996	0	100	15	30.37	
1996	09/02/1996	50	30	72	62.89	
1997	13/02/1997	95	154	87	100.14	100.14
1997	13/02/1997	95	154	87	100.14	
1997	13/02/1997	95	154	87	100.14	
1998	13/02/1998	83	60	80	76.36	76.36
1998	19/12/1998	42	83	0	17.93	
1998	13/02/1998	83	60	80	76.36	
1999	01/01/1999	75	40	110	94.90	94.90
1999	15/04/1999	54	84	24	36.95	
1999	01/01/1999	75	40	110	94.90	
2000	23/12/2000	84	0	53	44.54	96.62
2000	12/03/2000	70	90	49	57.87	
2000	23/03/2000	79	48	110	96.62	

Tahun	Tanggal	ST.9	ST.8	ST.2	R (mm)	Hujan Wilayah
Koefisien		0.0517	0.1899	0.7584		
2001	21/01/2001	90	15	87	73.48	113.43
2001	01/03/2001	40	172	103	112.85	
2001	02/03/2001	26	123	117	113.43	
2002	30/01/2002	113	135	105	111.11	111.11
2002	30/01/2002	113	135	105	111.11	
2002	30/01/2002	113	135	105	111.11	
2003	16/03/2003	98	166	67	87.40	87.40
2003	28/11/2003	76	174	45	71.10	
2003	01/02/2003	37	12	75	61.07	
2004	05/03/2004	103	152	92	103.96	103.96
2004	05/03/2004	103	152	92	103.96	
2004	05/03/2004	103	152	92	103.96	
2005	24/11/2005	114	58	105	96.54	96.54
2005	13/12/2005	86	138	30	53.40	
2005	24/11/2005	114	58	105	96.54	
2006	07/03/2006	110	57	72	71.12	80.79
2006	22/02/2006	34	132	18	40.48	
2006	19/02/2006	81	12	98	80.79	
2007	21/03/2007	96	74	78	78.17	89.73
2007	04/12/2007	64	107	68	75.20	
2007	22/02/2007	41	62	100	89.73	
2008	28/12/2008	81	67	75	73.79	74.09
2008	17/12/2008	58	87	64	68.06	
2008	20/11/2008	43	39	85	74.09	

Tahun	Tanggal	ST.9	ST.8	ST.2	R	Hujan
Koefisien		0.0517	0.1899	0.7584	(mm)	Wilayah
2009	09/01/2009	78	107	70	77.44	77.44
2009	09/01/2009	78	107	70	77.44	
2009	06/03/2009	52	83	76	76.09	
2010	25/03/2010	91	89	93	92.14	100.61
2010	25/03/2010	91	89	93	92.14	
2010	03/12/2010	90	70	109	100.61	
2011	09/11/2011	102	84	97	94.79	94.79
2011	09/11/2011	102	84	97	94.79	
2011	09/11/2011	102	84	97	94.79	
2012	01/01/2012	102	41	103	91.17	94.67
2012	30/01/2012	89	67	97	90.89	
2012	07/02/2012	67	25	114	94.67	
2013	23/04/2013	97	96	95	95.29	95.29
2013	23/04/2013	97	96	95	95.29	
2013	23/04/2013	97	96	95	95.29	
2014	19/12/2014	86	70	89	85.21	85.24
2014	06/12/2014	44	78	42	48.94	
2014	19/12/2014	86	70	89	85.24	
2015	05/03/2015	70	19	68	58.80	58.80
2015	20/01/2015	0	88	28	37.95	
2015	05/03/2015	70	19	68	58.80	

Sumber : Hasil Perhitungan



#### 4.6 Parameter Dasar Statistik

$$\Sigma x_i \text{ (hujan wilayah)} = 1794,808$$

$$x \text{ rata-rata} = 89,740$$

Parameter dasar statistik untuk tahun 2015 adalah sebagai berikut

Contoh perhitungan,  $x_i = 58.80 \text{ mm}$

$$(x_i - x \text{ rata-rata}) = (58.80 - 84.94) = -30.942$$

$$(x_i - x \text{ rata-rata})^2 = (-30.942)^2 = 957.413$$

$$(x_i - x \text{ rata-rata})^3 = (-30.942)^3 = -29624.343$$

$$(x_i - x \text{ rata-rata})^4 = (-30.942)^4 = 916638.933$$

Untuk parameter dasar statistik tahun selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8** Hitungan Parameter Dasar Statistik

No	Tahun	R Wilayah ( $x_i$ )	( $x_i - x$ )	( $x_i - x$ ) <sup>2</sup>	( $x_i - x$ ) <sup>3</sup>	( $x_i - x$ ) <sup>4</sup>
1	2001	113.43	23.694	561.421	13302.476	315193.049
2	2002	111.11	21.370	456.686	9759.480	208562.184
3	2004	103.96	14.222	202.274	2876.808	40914.870
4	2010	100.61	10.871	118.183	1284.796	13967.296
5	1997	100.14	10.397	108.088	1123.734	11682.913
6	2000	96.62	6.883	47.377	326.103	2244.606
7	2005	96.54	6.800	46.235	314.379	2137.653
8	2013	95.29	5.553	30.835	171.223	950.789
9	1999	94.90	5.157	26.596	137.158	707.338
10	2011	94.79	5.049	25.497	128.743	650.076
11	2012	94.67	4.929	24.291	119.722	590.065
12	2007	89.73	-0.007	0.000	0.000	0.000
13	2003	87.40	-2.338	5.464	-12.773	29.859
14	2014	85.24	-4.504	20.282	-91.343	411.371

No	Tahun	R Wilayah (xi)	(xi-x)	(xi-x) <sup>2</sup>	(xi-x) <sup>3</sup>	(xi-x) <sup>4</sup>
15	2006	80.79	-8.951	80.115	-717.082	6418.375
16	2009	77.44	-12.300	151.302	-1861.087	22892.274
17	1998	76.36	-13.383	179.112	-2397.111	32081.222
18	2008	74.09	-15.647	244.834	-3830.969	59943.883
19	1996	62.89	-26.854	721.115	-19364.524	520006.883
20	2015	58.80	-30.942	957.413	-29624.343	916638.933
<b>Jumlah</b>		<b>1794.8</b>	<b>0.000</b>	<b>4007.120</b>	<b>-28354.611</b>	<b>2156023.638</b>
<b>Rata-Rata (x)</b>		<b>89.740</b>	<b>0.000</b>	<b>68.150</b>	<b>916.377</b>	<b>2251.927</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### Koefisien Varian

$$sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$sd = \sqrt{\frac{4007.120}{20-1}}$$

$$sd = 14,522$$

$$Cv = \frac{sd}{\bar{x}}$$

$$Cv = \frac{14,522}{89,740} = 0,162$$

#### Koefisien Asimetri (kemencengan)

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3$$

$$a = \left( \frac{20}{19 \times 18} \right) \times (-28354,611)$$

$$a = -916,377$$

$$Cs = \frac{a}{sd^3}$$

$$Cs = \frac{-916,377}{14,522^3} = -0,541$$

### Koefisien Kurtosis

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)sd^4} \sum (X_i - \bar{X})^4$$

$$Ck = \frac{20^2}{(20-1)(20-2)(20-3)14,522^4} (2156023,638)$$

$$Ck = 3,335$$

**Tabel 4.9** Hasil Syarat Penggunaan Jenis Sebaran

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	Keterangan
1	Normal	Cs = 0	-0.541	tidak diterima
		Ck = 3	3.335	
2	Log Normal	Cs = Cv <sup>3</sup> +3Cv	-0.90	tidak diterima
		Ck = Cv <sup>8</sup> + 6Cv <sup>6</sup> + 15Cv <sup>4</sup> + 16Cv <sup>2</sup> + 3	3.916	
3	Gumbel	Cs = 1,14	-0.541	tidak diterima
		Ck = 5,4	3.335	
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel		Diterima

Sumber : Bambang Triatmodjo, 2010

Dari Tabel 4.9, metode yang digunakan untuk curah hujan rencana adalah Log Person III.

## 4.7 Curah Hujan Rencana

### 4.7.1 Metode Log Pearson III

**Tabel 4.10** Perhitungan Curah Hujan Wilayah Log Pearson

NO	TAHUN	Curah Hujan Wilayah (xi)	Log xi
1	2001	113.43	2.055
2	2002	111.11	2.046
3	2004	103.96	2.017
4	2010	100.61	2.003
5	1997	100.14	2.001
6	2000	96.62	1.985
7	2005	96.54	1.985
8	2013	95.29	1.979
9	1999	94.90	1.977
10	2011	94.79	1.977
11	2012	94.67	1.976
12	2007	89.73	1.953
13	2003	87.40	1.942
14	2014	85.24	1.931
15	2006	80.79	1.907
16	2009	77.44	1.889

No	Tahun	Curah Hujan Wilayah (xi)	Log xi
17	1998	76.36	1.883
18	2008	74.09	1.870
19	1996	62.89	1.799
20	2015	58.80	1.769
<b>Jumlah</b>			<b>38.942</b>
<b>Rata-Rata</b>			<b>1.947</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk Tahun 2015

Hujan wilayah (xi) = 58,80

Log xi = 1,769

$$(xi - \bar{x}) = 1,769 - 1,947 = -0,178$$

$$(xi - \bar{x})^2 = 0,178^2 = 0,032$$

$$(xi - \bar{x})^3 = 0,178^3 = -0,006$$

$$(xi - \bar{x})^4 = 0,178^4 = 0,001$$

Untuk tahun selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11** Hasil Perhitungan Distribusi Log Pearson III

No	Tahun	xi	Log xi	xi - x	(xi - x) <sup>2</sup>	(xi-x) <sup>3</sup>	(xi-x) <sup>4</sup>
1	2001	113.43	2.055	0.108	0.012	0.001	0.000
2	2002	111.11	2.046	0.099	0.010	0.001	0.000
3	2004	103.96	2.017	0.070	0.005	0.000	0.000
4	2010	100.61	2.003	0.056	0.003	0.000	0.000
5	1997	100.14	2.001	0.054	0.003	0.000	0.000
6	2000	96.62	1.985	0.038	0.001	0.000	0.000

No	Tahun	xi	Log xi	xi - x	(xi - x) <sup>2</sup>	(xi-x) <sup>3</sup>	(xi-x) <sup>4</sup>
7	2005	96.54	1.985	0.038	0.001	0.000	0.000
8	2013	95.29	1.979	0.032	0.001	0.000	0.000
9	1999	94.90	1.977	0.030	0.001	0.000	0.000
10	2011	94.79	1.977	0.030	0.001	0.000	0.000
11	2012	94.67	1.976	0.029	0.001	0.000	0.000
12	2007	89.73	1.953	0.006	0.000	0.000	0.000
13	2003	87.40	1.942	-0.006	0.000	0.000	0.000
14	2014	85.24	1.931	-0.016	0.000	0.000	0.000
15	2006	80.79	1.907	-0.040	0.002	0.000	0.000
16	2009	77.44	1.889	-0.058	0.003	0.000	0.000
17	1998	76.36	1.883	-0.064	0.004	0.000	0.000
18	2008	74.09	1.870	-0.077	0.006	0.000	0.000
19	1996	62.89	1.799	-0.149	0.022	-0.003	0.000
20	2015	58.80	1.769	-0.178	0.032	-0.006	0.001
<b>Jumlah</b>			<b>38.942</b>	<b>0.000</b>	<b>0.108</b>	<b>-0.007</b>	<b>0.002</b>
<b>Rata-rata</b>			<b>1.947</b>				

*Sumber : Hasil Perhitungan*

### Menghitung harga standar deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi - x)^2}{n - 1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{0,108}{20 - 1}}$$

$$Sd = 0,075$$

Menghitung koefisien kepengcengan

$$Cs = n \times \frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

$$Cs = 10 \times \frac{-0,007}{(20-1)(20-2)0.075^3}$$

$$Cs = -0,930$$

Menghitung logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus

$$\text{Log } Q = \overline{\text{Log } \bar{X}} + k.Sd$$

Harga k didapatkan berdasarkan harga Cs (tabel terlampir)

$$\text{Log } Q_2 = 1,947 + (0,148 \times 0,075) = 1,936$$

Mencari antilog dari Log Q untuk mendapatkan debit banjir dengan waktu balik yang dikehendaki QT (QT = R = Curah hujan rancangan)

$$R_2 = \text{anti log } 1,93$$

$$R_2 = 86,286 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.12.

**Tabel 4.12** Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

No	Periode Ulang (T)	Curah Hujan Rata-Rata Log (mm)	Faktor Distribusi (k)	Standard Deviasi	Curah Hujan Rencana Log (Rt)	Curah Hujan Rencana (Rt) mm
1	2	1.95	-0.148	0.0753	1.936	86.286
2	5	1.95	0.769	0.0753	2.005	101.154
3	10	1.95	1.339	0.0753	2.048	111.661
4	20	1.95	1.679	0.0753	2.073	118.430

No	Periode Ulang (T)	Curah Hujan Rata-Rata Log (mm)	Faktor Distribusi (k)	Standard Deviasi	Curah Hujan Rencana Log (Rt)	Curah Hujan Rencana (Rt) mm
5	25	1.95	2.018	0.0753	2.099	125.610
6	50	1.95	2.498	0.0753	2.135	136.510
7	100	1.95	2.957	0.0753	2.170	147.816

*Sumber : Hasil Perhitungan*

## 4.8 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Curah Hujan

### 4.8.1 Chi Kuadrat

Berdasarkan perhitungan metode Log Pearson III maka diperoleh data sebagai berikut :

**Tabel 4.13** Hasil Perhitungan Chi Kuadrat

Tahun	Data CH	Peringkat	Peluang	(xi - x)	(xi - x) <sup>2</sup>
	xi	M	P = m/(n+1)		
1996	2.055	1	5%	0.108	0.0116
1997	2.046	2	10%	0.099	0.0097
1998	2.017	3	14%	0.070	0.0049
1999	2.003	4	19%	0.056	0.0031
2000	2.001	5	24%	0.054	0.0029
2001	1.985	6	29%	0.038	0.0014
2002	1.985	7	33%	0.038	0.0014
2003	1.979	8	38%	0.032	0.0010
2004	1.977	9	43%	0.030	0.0009
2005	1.977	10	48%	0.030	0.0009
2006	1.976	11	52%	0.029	0.0008



Tahun	Data CH	Peringkat	Peluang	(xi - x )	(xi - x) <sup>2</sup>
	xi	M	P = m/(n+1)		
2007	1.953	12	<b>57%</b>	0.006	0.0000
2008	1.942	13	<b>62%</b>	-0.006	0.0000
2009	1.931	14	<b>67%</b>	-0.016	0.0003
2010	1.907	15	<b>71%</b>	-0.040	0.0016
2011	1.889	16	<b>76%</b>	-0.058	0.0034
2012	1.883	17	<b>81%</b>	-0.064	0.0041
2013	1.870	18	<b>86%</b>	-0.077	0.0060
2014	1.799	19	<b>90%</b>	-0.149	0.0221
2015	1.769	20	<b>95%</b>	-0.178	0.0316
$\Sigma$	38.942				0.1077
<b>rata-rata</b>	<b>1.947</b>				

*Sumber : Hasil Perhitungan*

$$Sd = 0,075$$

$$G = 1 + 3,322 \log n$$

G = Jumlah kelas

$$G = 1 + 3,322 \log 20$$

n = Jumlah data

$$G = 5,322 \approx 5,0$$

Maka dibagi menjadi 4 sub kelompok dengan peluang sebagai berikut :

1. Peluang 20 %

$$k = 0,84 \text{ (tabel terlampir)}$$

$$\log X = \bar{x} + (k \cdot Sd)$$

$$\log X = 1,947 + (0,84 \times 0,075)$$

$$\log X = 2,010$$

2. Peluang 40 %

$$k = 0,25 \text{ (tabel terlampir)}$$

$$\text{Log } X = \bar{x} + (k. \text{Sd})$$

$$\text{Log } X = 1,947 + (0,25 \times 0,075)$$

$$\text{Log } X = 1,966$$

3. Peluang 60 %

$$k = -0,25 \text{ (tabel terlampir)}$$

$$\text{Log } X = \bar{x} + (k. \text{Sd})$$

$$\text{Log } X = 1,947 + (-0,25 \times 0,075)$$

$$\text{Log } X = 1,928$$

4. Peluang 80 %

$$k = -0,84 \text{ (tabel terlampir)}$$

$$\text{Log } X = \bar{x} + (k. \text{Sd})$$

$$\text{Log } X = 1,947 + (-0,84 \times 0,075)$$

$$\text{Log } X = 1,884$$

**Tabel 4.14** Nilai Batasan Chi Kuadrat

Kelompok	Nilai Batas
I =	$X \leq 1.884$
II =	$1.884 < X \leq 1.928$
III =	$1.928 < X \leq 1.966$
IV =	$1.966 < X \leq 2.010$
V =	$X \geq 2.010$

*Sumber : Hasil Perhitungan*

$$E_i = \frac{n}{G} = \frac{20}{5} = 4$$

$O_i$  = Banyaknya jumlah data dalam kelas itu

Menghitung Chi Kuadrat hitung denga rumus

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Contoh perhitungan :

$$Xh^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(1 - 2,5)^2}{2,5}$$

$$Xh^2 = 0,90$$

Untuk perhitungan chi-kuadrat hitung bisa dilihat pada Tabel 4.15.

**Tabel 4.15** Chi Kuadrat Hitung

Nilai Batas	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	Xh <sup>2</sup>
$X \leq 1.884$	4	4	0	0.00
$1.884 < X \leq 1.928$	2	4	4	1.00
$1.928 < X \leq 1.966$	3	4	1	0.25
$1.966 < X \leq 2.010$	8	4	16	4.00
$X \geq 2.010$	3	4	1	0.25
<b>Jumlah</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>Chi<sup>2</sup></b>	<b>5.50</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari Hasil perhitungan di atas maka diperoleh

Hitungan chi kuadrat = 5,500

Derajat Kebebasan (DK) = G-R-1 = 5-2-1 = 2

Derajat Signifikasi ( $\alpha$ ) = 5%

Sehingga diperoleh nilai chi teoritis = 5,991 (tabel terlampir)

Chi teoritis > Chi kuadrat hitung (dapat diterima)

Dilihat dari hasil perbandingan di atas 5,991 > 5,500 maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

**Tabel 4.16** Smirnov Kolmogorov Hitung

<b>m</b>	<b>xi</b>	<b>P(x) = m/(n+1)</b>	<b>P ( x &lt; )</b>	<b>f(t) = (xi- x) / S</b>	<b>P' (x)</b>	<b>P' (x&lt;)</b>	<b>D</b>
<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3)</b>	<b>(4)=nilai 1-3</b>	<b>(5)</b>	<b>(6)=nilai 1-7</b>	<b>(7) lihat tabel III-1</b>	<b>(8)=7-4</b>
1	2.055	0.048	0.952	1.43	0.0764	0.9236	-0.029
2	2.046	0.095	0.905	1.31	0.0951	0.9049	0.000
3	2.017	0.143	0.857	0.93	0.1762	0.8238	-0.033
4	2.003	0.190	0.810	0.74	0.2296	0.7704	-0.039
5	2.001	0.238	0.762	0.71	0.2389	0.7611	-0.001
6	1.985	0.286	0.714	0.50	0.3085	0.6915	-0.023
7	1.985	0.333	0.667	0.50	0.3085	0.6915	0.025
8	1.979	0.381	0.619	0.42	0.3372	0.6628	0.044
9	1.977	0.429	0.571	0.40	0.3446	0.6554	0.084
10	1.977	0.476	0.524	0.39	0.3483	0.6517	0.128
11	1.976	0.524	0.476	0.39	0.3483	0.6517	0.176
12	1.953	0.571	0.429	0.08	0.4681	0.5319	0.103
13	1.942	0.619	0.381	-0.07	0.5279	0.4721	0.091
14	1.931	0.667	0.333	-0.22	0.5871	0.4129	0.080
15	1.907	0.714	0.286	-0.53	0.7019	0.2981	0.012
16	1.889	0.762	0.238	-0.77	0.7794	0.2206	-0.017
17	1.883	0.810	0.190	-0.85	0.8023	0.1977	0.007
18	1.870	0.857	0.143	-1.03	0.8485	0.1515	0.009
19	1.799	0.905	0.095	-1.97	0.9756	0.0244	-0.071
20	1.769	0.952	0.048	-2.36	0.9909	0.0091	-0.039
<b>Jml</b>	<b>38.942</b>					<b>Dmaks</b>	<b>0.176</b>
<b>x</b>	<b>1.947</b>						

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa

Jumlah data (n) = 20

Signifikasi = 5 %

Nilai n 20 dan signifikasi 5% maka diperoleh Do (tabel terlampir)

$$D_o = 0,290$$

$$D_{max} = 0,176$$

Karena  $D_o > D_{max}$  maka persamaan distribusi dapat diterima.

Dari hasil uji chi kuadrat dan smirnov kolmogorof maka perhitungan curah hujan rencana yang telah dihitung dapat diterima sebagai berikut :

**Tabel 4.17** Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

No	Periode Ulang (T)	R (mm)
1	2	86.286
2	5	101.154
3	10	111.661
4	20	118.430
5	25	125.610
6	50	136.510
7	100	147.816

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### 4.9 Perhitungan Waktu Konsentrasi

##### Contoh Perhitungan :

**To** adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengalir di permukaan untuk mencapai inlet

Untuk menghitung (**To**) adalah sebagai berikut :

$$t_o = 1,44 \times \left\{ n_d \times \frac{l_o}{\sqrt{S_o}} \right\}^{0,467}$$

Dimana :

- $l_o$  = Jarak dari titik terjauh ke inlet (meter)
- $n_d$  = Koefisien kekasaran
- $S_o$  = Kemiringan Medan

**Tf** adalah waktu yang diperlukan untuk mengalir di sepanjang saluran.

Untuk menghitung (**Tf**) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$t_f = L_{sal} / V_{sal}$$

Dimana :

- $L_{sal}$  = Panjang Saluran (meter)
- $V_{sal}$  = Kecepatan di Saluran (meter)

##### 1. Saluran SK 21 Ki

Diketahui :  $n_d = 0.50$  ,  $L = 3$  meter (asumsi jarak dari jalan raya menuju saluran).

$S_o = 1 \% = 0.01$  (kemiringan jalan).

Panjang Saluran = 378.60 meter, Kecepatan Saluran =  $0.504 \text{ m/det.}$

$$T_o = 1.44 \times (0.50 \times (3 / (0.01)^{0.5})^{0.467} = 5.10 \text{ menit}$$

$$T_f = L_{sal} / V_{sal} = 378.60 / 0.504 = \underline{12.52 \text{ menit}}$$

$$T_c = T_o + T_f = 17.62 \text{ menit}$$

Perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4.1 Perhitungan Waktu Konsentrasi

#### 4.10 Perhitungan C (Koefisien Aliran) Gabungan

Contoh Perhitungan Koefisien Aliran adalah sebagai berikut:

##### 1. SUB DAS 21.1 Ki

- Perumahan :  $A = 0.0341 \text{ km}^2$  ;  $C = 0.4$
- Perkampungan :  $A = 0.0390 \text{ km}^2$  ;  $C = 0.6$
- Perdagangan :  $A = 0.0070 \text{ km}^2$  ;  $C = 0.83$
- Lahan Kosong :  $A = 0.0428 \text{ km}^2$  ;  $C = 0.15$
- Kuburan :  $A = 0.0160 \text{ km}^2$  ;  $C = 0.25$

$$\text{Rumus C gabungan} = \frac{(A1.C1 + A2.C2 + A_n.C_n \dots)}{(C1 + C2 + C_n \dots)}$$

Perhitungan C gabungan =

$$\frac{[(0.034 \times 0.4) + (0.039 \times 0.6) + (0.007 \times 0.83) + (0.043 \times 0.15) + (0.016 \times 0.25)]}{(0.0341 + 0.0390 + 0.070 + 0.0428 + 0.0160)}$$

$$= 0.383$$

Perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4.2.1 s/d Lampiran 4.2.5 Perhitungan C Gabungan.

#### 4.11 Perhitungan Intensitas Hujan Mononobe

Contoh Perhitungan Intensitas Hujan adalah sebagai berikut :

##### 1. SUB DAS 21.1 Ki

- $T_c$  (Jam) = 0.10 Jam
- $R_{24}$  (2 Th) = 86.286 mm

$$\text{Rumus Intensitas ( I )} = R_{24} / 24 \times (24/t)^{2/3} \text{ (mm/jam)}$$

Dimana :  $R_{24}$  = Curah hujan maksimum (mm)

$t_c$  = Waktu konsentrasi hujan (jam)

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$$\text{Perhitungan I} = (86.286 / 24) \times [(24) / \{(24/0.10)^{(2/3)}\}]$$

$$= 136.01 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4.3 Perhitungan Intensitas dan Debit Rasional

#### 4.12 Perhitungan Q hidrologi menurut Periode Ulang Tertentu

Contoh Perhitungan Q hidrologi dengan metode rasional adalah sebagai berikut :

##### 1. SUB DAS 21.1Ki

- A (km<sup>2</sup>) = 0.139 km<sup>2</sup>
- I (mm/jam) = 136.01 mm/jam
- C gab = 0.383

Rumus Debit Rasional ( Q ) =  $(1/3.6) \times C \times I \times A$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan Q 2 Th} &= (1/3.6) \times 0.383 \times 136.01 \times 0.139 \\ &= 2.011 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4.3 Perhitungan Intensitas dan Debit Rasional

#### 4.13 Perhitungan Hidrograf Metode Rasional

Pada perhitungan Tugas Akhir ini, Hidrograf yang digunakan adalah Hidrograf berbentuk Trapesium karena nilai Tr (Waktu Hujan Rata-Rata) di Kota Surabaya 2 jam dan Tc (Waktu Konsentrasi) dari hasil perhitungan kurang dari 2 Jam. Contoh Perhitungan Hidrograf :

##### 1. SUB DAS 21.1 Ki

**Tabel 4.18** Contoh Hidrograf

		<b>T (menit)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/det)</b>		
Tc {	{	0	0.00	}	Tr-Tc
		6	2.01		
Tc {	{	120	2.01		
		126	0.00		

Dari Tabel 4.12 dapat diketahui nilai Tc = 6 menit dan Tr-Tc = 114 menit.



Untuk nilai debit yang tidak dicantumkan dapat dilihat pada Lampiran 4.4 dan 4.5, untuk nilai debit yang tidak diketahui dapat dihitung dengan cara interpolasi. Contoh Perhitungan pada saat Q 2 Tahun.

**Q pada saat T=1 s/d 5 menit**

- $(2.01 \text{ m}^3/\text{det} : 6 \text{ menit}) \times 1 \text{ menit} = 0.34 \text{ m}^3/\text{det}$
- $(2.01 \text{ m}^3/\text{det} : 6 \text{ menit}) \times 2 \text{ menit} = 0.67 \text{ m}^3/\text{det}$
- $(2.01 \text{ m}^3/\text{det} : 6 \text{ menit}) \times 3 \text{ menit} = 1.01 \text{ m}^3/\text{det}$
- $(2.01 \text{ m}^3/\text{det} : 6 \text{ menit}) \times 4 \text{ menit} = 1.34 \text{ m}^3/\text{det}$
- $(2.01 \text{ m}^3/\text{det} : 6 \text{ menit}) \times 5 \text{ menit} = 1.68 \text{ m}^3/\text{det}$

**Q pada saat T=121 s/d 125 menit**

- $\{2.01 \text{ m}^3/\text{det} : (126 \text{ menit}-120 \text{ menit})\} \times \{126 \text{ menit} - 121 \text{ menit}\} = 1.68 \text{ m}^3/\text{det}$
- $\{2.01 \text{ m}^3/\text{det} : (126 \text{ menit}-120 \text{ menit})\} \times \{126 \text{ menit} - 122 \text{ menit}\} = 1.34 \text{ m}^3/\text{det}$
- $\{2.01 \text{ m}^3/\text{det} : (126 \text{ menit}-120 \text{ menit})\} \times \{126 \text{ menit} - 123 \text{ menit}\} = 1.01 \text{ m}^3/\text{det}$
- $\{2.01 \text{ m}^3/\text{det} : (126 \text{ menit}-120 \text{ menit})\} \times \{126 \text{ menit} - 124 \text{ menit}\} = 0.67 \text{ m}^3/\text{det}$
- $\{2.01 \text{ m}^3/\text{det} : (126 \text{ menit}-120 \text{ menit})\} \times \{126 \text{ menit} - 125 \text{ menit}\} = 0.34 \text{ m}^3/\text{det}$

Untuk debit banjir rencana secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel berikut atau skema hidrograf pada lampiran.

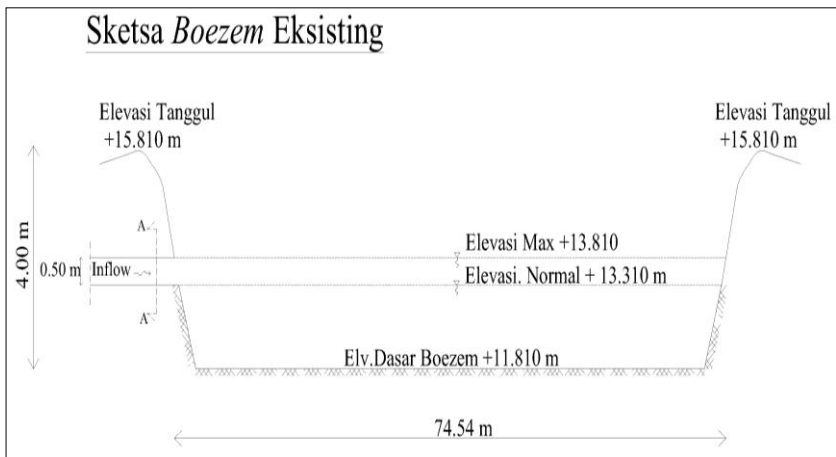
**Tabel 4.19** Debit Banjir Maksimum

No	Sub Das	Debit Banjir Maksimum m <sup>3</sup> /det		
		PUH 2 Th	PUH 5 Th	PUH 10 Th
1	SUB DAS 1	8.839	10.362	11.354
2	SUB DAS 2	0.626	0.733	0.810
3	SUB DAS 3	0.154	0.181	0.199
4	SUB DAS 4	0.920	1.079	1.191
5	SUB DAS 5	2.160	2.532	2.795
6	SUB DAS 6	1.442	1.691	1.866
7	SUB DAS 7	0.736	0.863	0.953
8	SUB DAS 8	1.239	1.453	1.604
9	SUB DAS 9	0.240	0.281	0.310
10	SUB DAS BOZEM	0.341	0.400	0.442
11	SUB DAS 10	0.052	0.061	0.067
12	SUB DAS 11	0.926	1.086	1.198
13	SUB DAS 12	0.033	0.039	0.043
14	SUB DAS 13	0.147	0.172	0.190

*Sumber : Hasil Perhitungan*

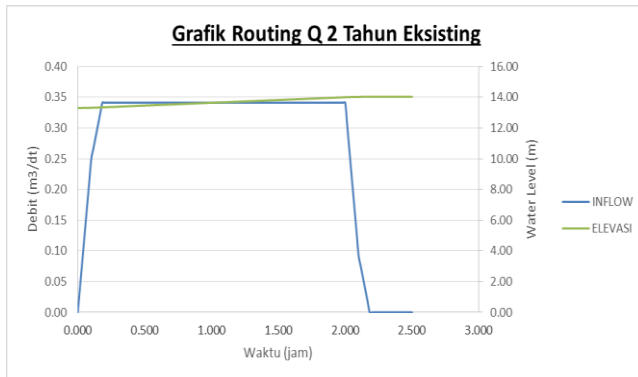
#### 4.14 Evaluasi Boezem

Dari sketsa gambar di bawah diketahui bahwa saluran inflow dengan lebar 50 cm dan kedalaman 50 cm mengalir menuju boezem. Elevasi dasar boezem +11.810 m sampai dengan elevasi muka air normal +13.310 disebut tampungan mati (*dead storage*). Elevasi muka air normal boezem +13.310 m sampai dengan elevasi muka air maksimum +13.810 m. Bila air melebihi dari elevasi muka air maksimum, maka air di *boezem* akan kembali menuju saluran *inflow* (*back water*) karena pada kondisi eksisting *boezem* tidak memiliki saluran *outflow*.



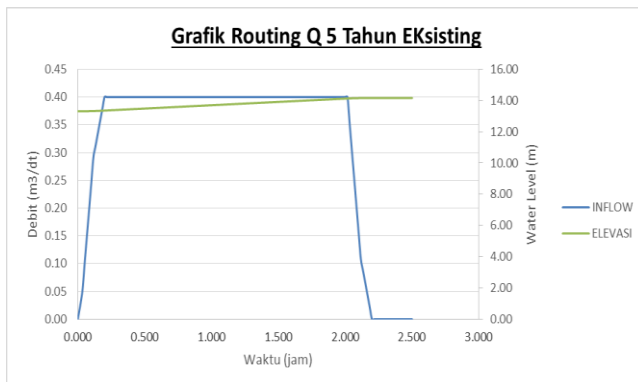
**Gambar 4.5** Sketsa Boezem Eksisting

Untuk mengecek kapasitas boezem dengan kedalaman 0.50 m , panjang 74.54 m, lebar 55.08, perlu dilakukan penelusuran banjir (*Flood Routing*) yang digambarkan oleh grafik dibawah ini.



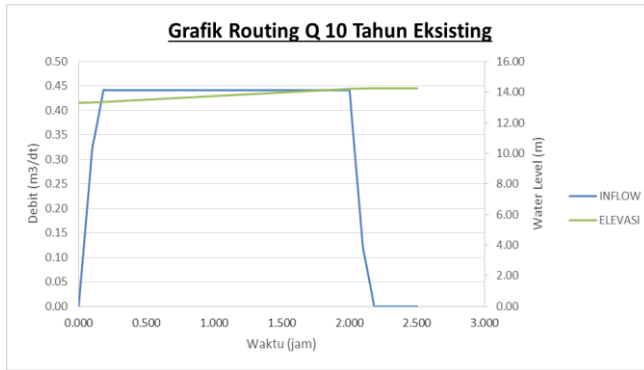
**Gambar 4.6** Routing Q 2 tahun eksisting

Dari gambar 4.6 dapat disimpulkan elevasi muka air maksimum berada pada elevasi +14.04 m, sedangkan elevasi muka air boezem eksisting +13.810 m.



**Gambar 4.7** Routing Q 5 tahun eksisting

Dari gambar 4.7 dapat disimpulkan elevasi muka air maksimum berada pada elevasi +14.16 m, sedangkan elevasi muka air boezem eksisting +13.810 m.



**Gambar 4.8** *Routing Q 10 tahun eksisting*

Dari gambar 4.8 dapat disimpulkan elevasi muka air maksimum berada pada elevasi +14.25 m, sedangkan elevasi muka air boezem eksisting +13.810 m.

#### 4.15 Perencanaan Saluran Inflow

Untuk menambah elevasi muka air maksimum boezem yang semula +13.810 m menjadi +14.410 m, hal yang terlebih dahulu dilakukan yaitu meninggikan saluran inflow agar tidak terjadi back water.

Contoh Perhitungan SUB DAS 5.1 Ki

$$Q \text{ hidrologi} < Q \text{ hidrolika}$$

$$Q < A \times V$$

$$Q < A \times (1/n) \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$\frac{Q \times n}{S^{1/2}} < A \times R^{2/3}$$

$$\frac{0.379 \text{ m}^3/\text{det} \times 0.017}{0.0006^{1/2}} < (1.1 \times b) \times \frac{(1.1 \times b)^{2/3}}{(1.1 + b)^{2/3}}$$

$$0.263 < \frac{(1.1 \times b)^{5/3}}{(1.1 + b)^{2/3}}$$

$$0.263 < \frac{(1.17216)}{(1.63988)}$$

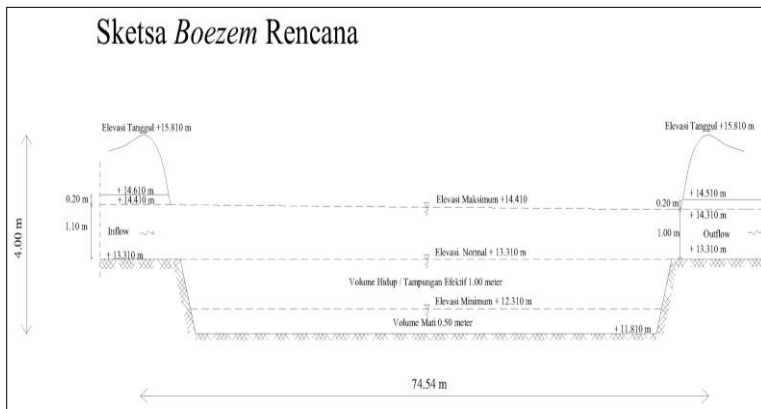
$$0.26 \text{ m}^3/\text{det} < 0.71 \text{ m}^3/\text{det}$$

**Q hidrologi < Q hidrolika (OK)**

$$h = 1.10 \text{ m}$$

$$b = 1.00 \text{ m}$$

#### 4.16 Perhitungan Kapasitas Pompa

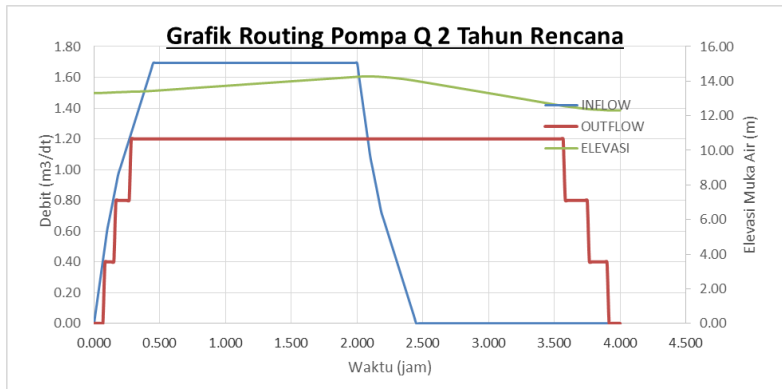


**Gambar 4.9** Sketsa *Boezem* Rencana

Pada perencanaan yang dilakukan selain memperbesar saluran inflow yaitu merubah aliran genangan yang semula menuju saluran primer jajartunggal menjadi menuju *boezem*. Sehingga debit pada Sub Das Boezem bertambah pada PUH 2 Th semula  $0.341 \text{ m}^3/\text{det}$  menjadi  $1.694 \text{ m}^3/\text{det}$ , PUH 5 Th semula  $0.400 \text{ m}^3/\text{det}$  menjadi  $1.986 \text{ m}^3/\text{det}$ , PUH 10 Th semula  $0.442 \text{ m}^3/\text{det}$  menjadi  $2.192 \text{ m}^3/\text{det}$ .

Untuk menjaga elevasi muka air maksimum boezem tetap pada elevasi yang direncanakan yaitu +14.410 perlu ditambahkan pompa.

Hasil perhitungan Routing dengan menggunakan Pompa adalah sebagai berikut :

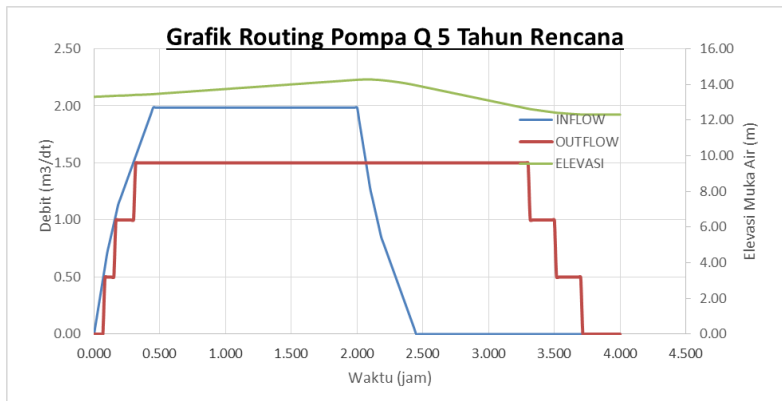


**Gambar 4.10** Grafik Routing Pompa Q 2 Tahun Rencana  
Dapat disimpulkan dari gambar 4.10 bahwa pompa dengan kapasitas  $0.40 \text{ m}^3/\text{det}$ .

Pompa 1 menyala pada jam ke-0.083 s/d 3.900 (3.2 jam)

Pompa 2 menyala pada jam ke-0.167 s/d 3.750 (3.7jam)

Pompa 3 menyala pada jam ke-0.283 s/d 3.567 (3.4 jam)



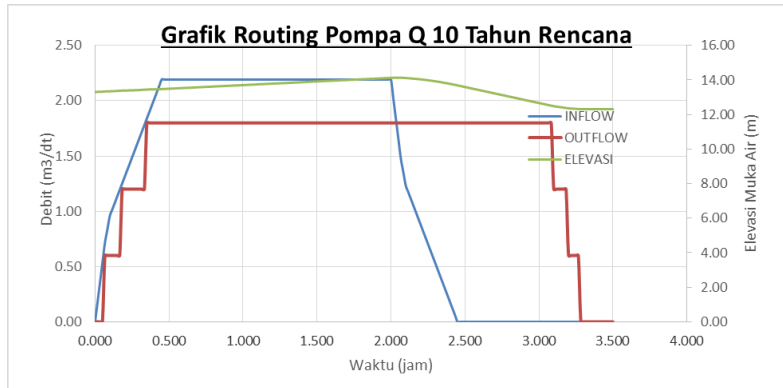
**Gambar 4.11** Grafik Routing Pompa Q 5 Tahun Rencana

Dapat disimpulkan dari gambar 4.11 bahwa pompa dengan kapasitas  $0.50 \text{ m}^3/\text{det}$ .

Pompa 1 menyala pada jam ke-0.083 s/d 3.700 (3.7 jam)

Pompa 2 menyala pada jam ke-0.167 s/d 3.500 (3.4 jam)

Pompa 3 menyala pada jam ke-0.317 s/d 3.300 (3.1 jam)



**Gambar 4.12** Grafik Routing Pompa Q 10 Tahun

Dapat disimpulkan dari gambar 4.12 bahwa pompa dengan kapasitas  $0.60 \text{ m}^3/\text{det}$ .

Pompa 1 menyala pada jam ke-0.067 s/d 3.267 (3.3 jam)

Pompa 2 menyala pada jam ke-0.183 s/d 3.183 (3.1 jam)

Pompa 3 menyala pada jam ke-0.350 s/d 3.083 (2.8 jam)

#### 4.17 Perencanaan Saluran Outflow

Perhitungan Q 10 Tahun

$Q \text{ hidrologi} < Q \text{ hidrolika}$

$$Q < A \times V$$

$$Q < A \times (1/n) \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$\frac{Q \times n}{S^{1/2}} < A \times R^{2/3}$$



$$\frac{1.800 \text{ m}^3/\text{det} \times 0.025}{0.0001^{1/2}} < (2h^2) \times \frac{(2h^2)^{2/3}}{(4h)^{2/3}}$$

$$4.500 < \frac{(2h)^{14/3}}{(4h)^{2/3}}$$

$$4.500 < \frac{(23.113)}{(2.4861)}$$

$$4.500 \text{ m}^3/\text{det} < 9.2969 \text{ m}^3/\text{det}$$

**Q hidrologi < Q hidrolika (OK)**

$$\mathbf{h = 1.00 \text{ m}}$$

$$\mathbf{b = 2.00 \text{ m}}$$

## **BAB V**

### **ANALISA HIDROLIKA**

#### **5.1 Tinjauan Umum**

Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang saluran dalam menampung debit rencana. Salah satu penyebab banjir adalah karena ketidakmampuan penampang dalam menampung debit banjir yang terjadi. Berdasarkan hasil perhitungan hidrograf superposisi, debit banjir rencana yang digunakan dalam menganalisa penampang dapat dilihat pada lampiran.

Analisa Hidrolika ini terdiri dari analisa penampang eksisting dan perencanaan penampang saluran. Analisa penampang eksisting dan penampang rencana menggunakan program bantu HEC-RAS dengan debit sebagai data input.

#### **5.2 Analisa Penampang Eksisting Saluran**

Analisis penampang eksisting dengan menggunakan HEC-RAS bertujuan untuk mengetahui kondisi dari Saluran Primer Jajartunggal saat ini (eksisting). Dengan menggunakan HEC-RAS maka dapat diketahui profil dari muka air pada penampang suatu debit air melalui saluran drainase. HEC-RAS akan menampilkan model dari saluran sesuai dengan input data yang diberikan.

Untuk membuat model aliran Saluran Primer Jajartunggal, input data yang digunakan adalah :

1. Data Geometri
  - a. Skema alur Saluran Primer Jajartunggal dimulai dari Hulu dengan *River Station* no.21 dan hilir no.0.
  - b. Data Penampang memanjang dan melintang saluran  
Yaitu potongan memanjang (*cross section*) pada posisi stationingnya.

2. Data debit Saluran Primer Jajartunggal
3. Data Hidrolika

Yaitu koefisien *manning* ( $n$ ) bervariasi merupakan parameter yang menunjukkan kekasaran dasar saluran.

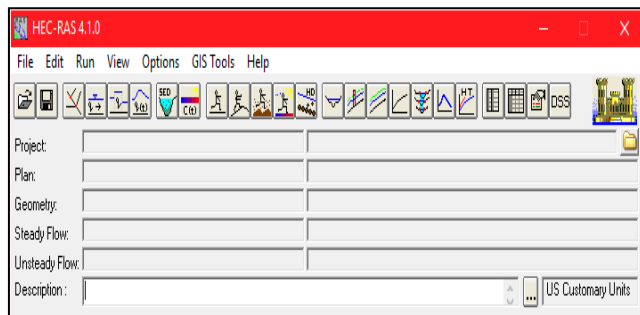
Pada analisis penampang eksisting dengan menggunakan simulasi aliran tidak tetap (*Unsteady Flow Simulation*)

Adapun langkah-langkah pengoprasian program HEC-RAS adalah.

### 5.2.1 Membuat *file* HEC-RAS Baru

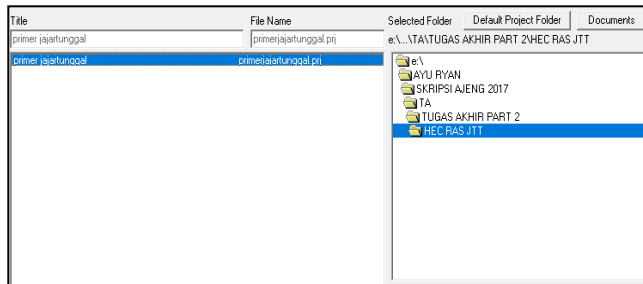
Tahap-tahap membuat *file* HEC-RAS baru adalah :

1. Buka program HEC-RAS



**Gambar 5.1** Tampilan Layar Utama HEC-RAS

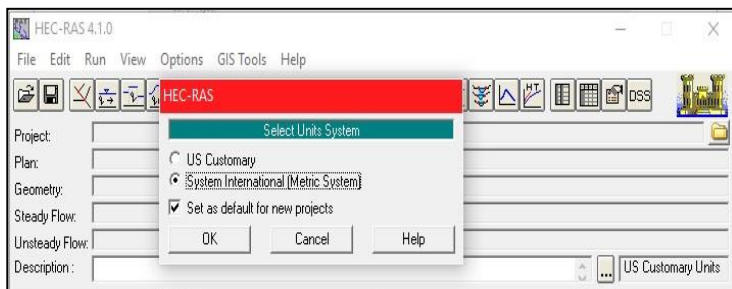
2. Pilih *new project* dari menu *file*. Tuliskan judul *project* “primer jajartunggal”. Perhatikan nama *file project* yang dituliskan secara otomatis oleh HEC-RAS di bawah *file name*, yaitu “primer jajartunggal.prj” Lalu klik tombol OK.



**Gambar 5.2** Tampilan Pengisian Nama *file* HEC-RAS

### 5.2.2 Input Data Geometri Sungai

Sebelum data geometri dan data aliran dimasukkan, harus ditentukan terlebih dahulu Sistem Satuan. Pada langkah ini pilih menu Options - Units System, pilih “*System International (Metric System)*”.

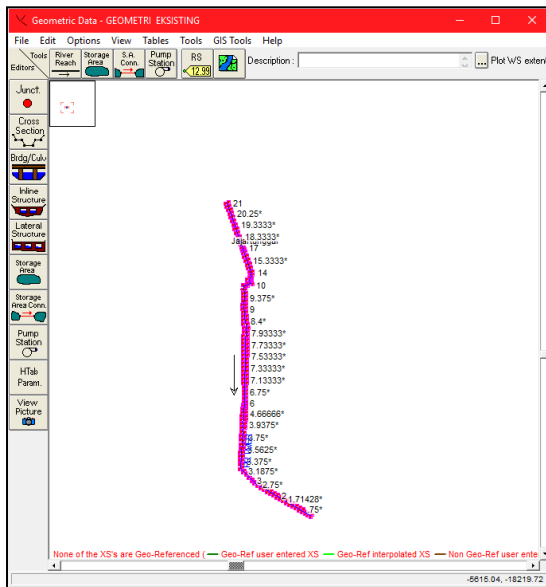


**Gambar 5.3** Tampilan Pengisian Sistem Satuan HEC-RAS

Langkah selanjutnya adalah memasukkan data geometri yang diperlukan, yang terdiri dari skema sistem saluran dan data *cross section*. Tahap-tahap dalam *input* data geometri saluran adalah sebagai berikut :

### 1. Menggambar skema alur saluran

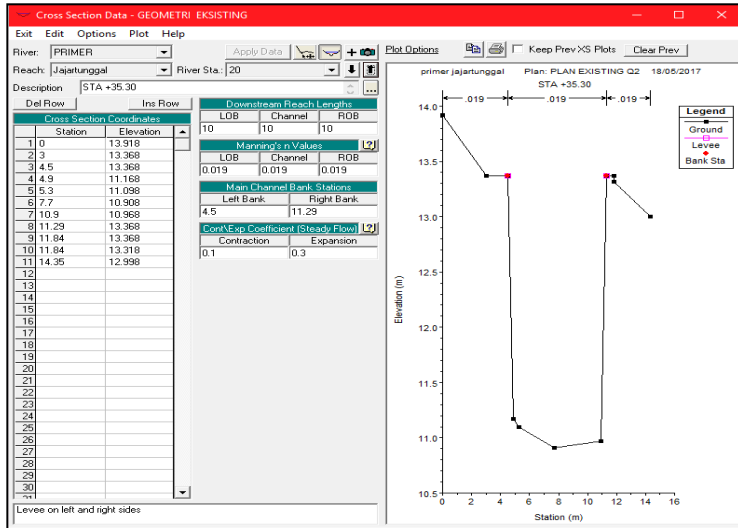
Langkah pertama dalam memasukkan data geometri adalah menggambar skema sistem saluran. Pada tampilan utama HEC-RAS pada menu *Edit* pilih *Geometric Data*. Tampilan yang keluar adalah seperti Gambar 5.4 Menggambar alur saluran dengan klik pada River Reach. Untuk dapat menggambar sesuai dengan peta aslinya, dapat digunakan file gambar peta untuk background dengan klik *add/edit background picture*. Dalam menggambar alur saluran titik pertama yang dibuat adalah hulu saluran. Setelah alur digambar, masukkan nama saluran dan ruas (*reach*).



**Gambar 5.4** Skema Alur Saluran Primer Jajartunggal

## 2. *Input data penampang melintang (cross section)*

Setelah skema sistem saluran tergambar, selanjutnya memasukkan data *cross-section*. Dengan klik pada *cross section*, akan keluar tampilan seperti Gambar 5.5. Pilih *add a new cross section* pada menu *Options*.



**Gambar 5.5** Tampilan *Input Data Cross Section*

Data-data yang dimasukkan pada input data adalah:

*River Sta* = Nama potongan melintang, diisi dengan angka yang berurutan.

*Station* = Jarak kumulatif antara titik elevasi potongan dari titik paling pinggir yang bernilai 0.

*Elevation* = Elevasi titik pada station.

*Downstream reach length* = Jarak tiap potongan melintang saluran dengan potongan melintang sebelumnya.

*Manning's value* = Nilai angka manning saluran.

*Main Chanel Bank Station* = Station titik saluran utama sungai.

*Cont/Exp Coefficients* = Koefisien kontraksi dan ekspansi  
 Data-data yang digunakan dalam analisa hidrolika penampang saluran Primer Jajartunggal adalah

- Angka kekasaran manning = 0.017 s/d 0.020
- Koefisien kontraksi = 0.1
- Koefisien ekspansi = 0.3

Tekan tombol *apply data* setelah semua data geometri dimasukkan. Lalu simpan melalui *Save Geometri Data As* pada menu *file* yang terletak pada tampilan utama *editor Geometric Data*.

### 5.2.3 Input Data Debit

Setelah semua data geometri dimasukkan, langkah selanjutnya adalah memasukkan data aliran. Pada analisis penampang eksisting menggunakan simulasi aliran tidak tetap (*Unsteady Flow Simulation*). Di tampilan awal HEC-RAS pada menu *Edit* pilih *Unsteady Flow Data*. Tampilan yang keluar adalah seperti Gambar 5.1. Data debit yang digunakan adalah data debit dari Hidrograf Superposisi.

Pada menu *unsteady flow data*, terdapat dua kondisi yaitu kondisi batas (*boundary conditions*) dan kondisi awal (*initial conditions*). Kondisi batas (*boundary conditions*) diperlukan untuk menetapkan permukaan air pada hulu dan hilir dari sistem sungai. Terdapat berbagai macam kondisi batas yang dapat digunakan yaitu:

#### 1. *Flow Hydrograph*

Kondisi batas yang memerlukan data debit banjir. Kondisi batas ini dapat digunakan di hulu maupun di hilir.

#### 2. *Stage Hydrograph*

Kondisi batas yang memerlukan data tinggi muka air. Kondisi batas ini dapat digunakan di hulu maupun di hilir.

### 3. Lateral Inflow Hydrograph

Kondisi batas yang memerlukan data debit banjir. Kondisi batas ini digunakan sebagai informasi adanya perubahan debit (tambahan debit) pada titik tertentu diantara hulu dan hilir.

### 4. Normal Depth

Kondisi batas yang memerlukan data kemiringan sungai. Kondisi batas ini hanya untuk digunakan di hilir.

### 5. Rating Curve

Kondisi batas yang memerlukan data cross section dan tinggi muka air. Kondisi batas ini hanya untuk digunakan di hilir.

Pada tugas akhir ini digunakan kondisi batas berupa *flow hydrograph* di Hulu (RS 21), *lateral inflow hydrograph* di sepanjang saluran antara hulu dan hilir dan *stage hydrograph* di hilir (RS 0). Kondisi batas dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

Unsteady Flow Data - EKSISTING, Q2

File Options Help

Boundary Conditions Initial Conditions Apply Data

**Boundary Condition Types**

Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules			

**Add Boundary Condition Location**

Add RS ... Add Storage Area ... Add SA Connection ... Add Pump Station ...

**Select Location in table then select Boundary Condition Type**

	River	Reach	RS	Boundary Condition
1	PRIMER	JTT 1	21	Flow Hydrograph
2	PRIMER	JTT 1	20.75*	Lateral Inflow Hydr.
3	PRIMER	JTT 1	19	Lateral Inflow Hydr.
4	PRIMER	JTT 1	18	Lateral Inflow Hydr.
5	PRIMER	JTT 1	17	Lateral Inflow Hydr.
6	PRIMER	JTT 1	13	Lateral Inflow Hydr.
7	PRIMER	JTT 1	9	Lateral Inflow Hydr.
8	PRIMER	JTT 1	8	Lateral Inflow Hydr.
9	PRIMER	JTT 1	7	Lateral Inflow Hydr.
10	PRIMER	JTT 1	5	Lateral Inflow Hydr.
11	PRIMER	JTT 1	4	Lateral Inflow Hydr.
12	PRIMER	JTT 1	3	Lateral Inflow Hydr.
13	PRIMER	JTT 1	1	Lateral Inflow Hydr.
14	PRIMER	JTT 1	0	Stage Hydrograph

**Gambar 5.6** Input Data *Boundary Condition*



### 5.2.3.1 Input data hidrograf

Data hidrograf tiap *catchment* dimasukkan satu per satu pada *cross section* yang ditentukan. Selanjutnya input hidrograf pada salah satu *cross section*.

**Flow Hydrograph**

River: PRIMER Reach: JTT 1 RS: 21

☐ Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File:

Path:

☒ Enter Table Data time interval: 1 Minute

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

☒ Use Simulation Time: Date: 05MAY2017 Time: 0600

☐ Fixed Start Time: Date:  Time:

No. Ordinates Interpolate Missing Values Del Row Ins Row

Hydrograph Data			
	Date	Simulation Time	Flow
		(hours)	(m3/s)
1	05May2017 0600	00:00	0.
2	05May2017 0601	00:01	1.354
3	05May2017 0602	00:02	2.707
4	05May2017 0603	00:03	4.061
5	05May2017 0604	00:04	5.415
6	05May2017 0605	00:05	6.477
7	05May2017 0606	00:06	7.51
8	05May2017 0607	00:07	7.994
9	05May2017 0608	00:08	8.237
10	05May2017 0609	00:09	8.351
11	05May2017 0610	00:10	8.451
12	05May2017 0611	00:11	8.48
13	05May2017 0612	00:12	8.509
14	05May2017 0613	00:13	8.538
15	05May2017 0614	00:14	8.567
16	05May2017 0615	00:15	8.596
17	05May2017 0616	00:16	8.607
18	05May2017 0617	00:17	8.628
19	05May2017 0618	00:18	8.649
20	05May2017 0619	00:19	8.67
21	05May2017 0620	00:20	8.691

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

☐ Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step):

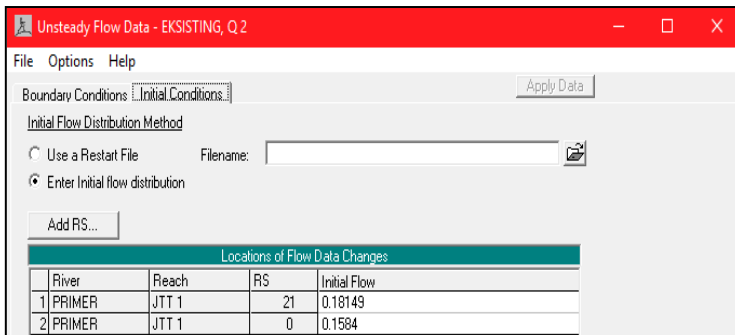
Min Flow:  Multiplier:

Plot Data OK Cancel

**Gambar 5.7** Input Hidrograf pada RS 21

### 5.2.3.1 Input *initial conditions*

Setelah memasukkan nilai debit banjir di hulu dan hilir pada *boundary conditions*, langkah selanjutnya ialah memasukkan nilai *initial flow*.



**Gambar 5.8** Input Data *Initial Conditions*

### 5.2.3.2 Running Program HEC-RAS

Setelah semua data dimasukkan, maka simulasi dengan menggunakan program HEC-RAS dapat dilakukan. Cara melakukan simulasi ialah :

1. Pilih menu run
2. Pilih *unsteady flow analysis*
3. Klik tanda ✓ pada perintah *geometry preprocessor*, *unsteady flow simulation*, dan *post processor*
4. Isi *simulation time window* sesuai dengan waktu *flow hydrograph* dan *lateral hydrograph*.
5. Tekan tombol *compute*.

**Unsteady Flow Analysis**

File Options Help

Plan : PLAN EXISTING Q2 Short ID : Q2 EX

Geometry File : GEOMETRI EKSISTING

Unsteady Flow File : EKSISTING, Q 2

Programs to Run

- ☒ Geometry Preprocessor
- ☒ Unsteady Flow Simulation
- ☒ Post Processor

Plan Description :

Simulation Time Window

Starting Date : 05MAY2017 Starting Time : 0600

Ending Date : 05MAY2017 Ending Time : 0900

Computation Settings

Computation Interval : 1 Minute Hydrograph Output Interval : 1 Minute

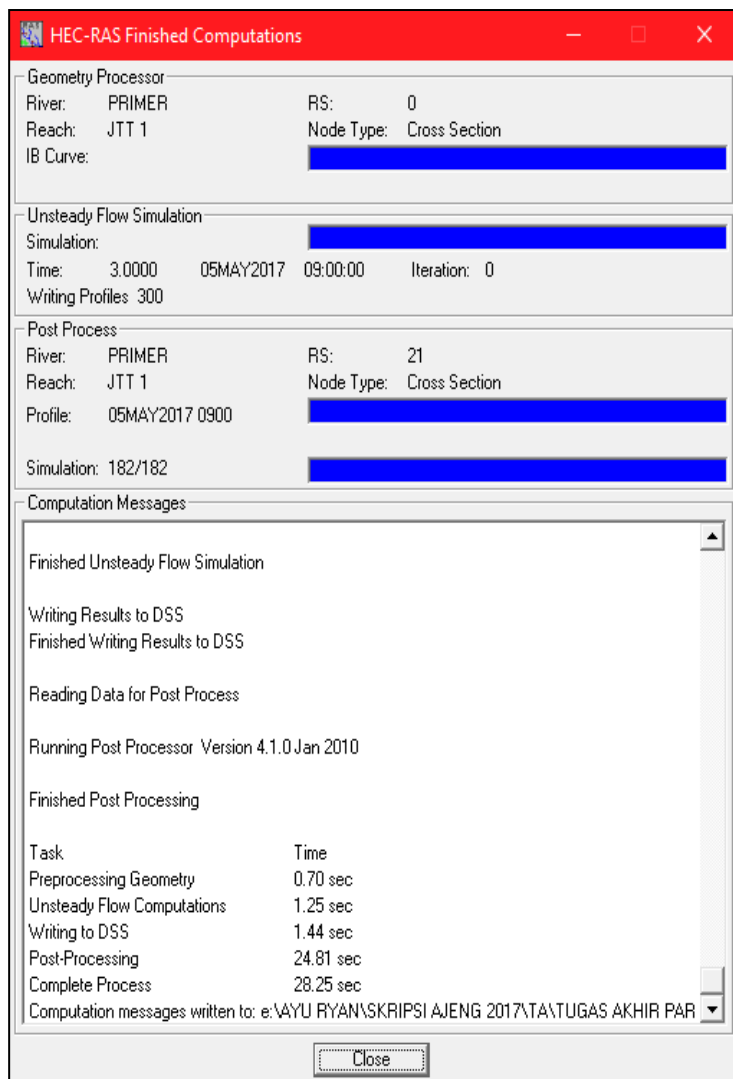
☐ Computation Level Output Detailed Output Interval : 1 Minute

DSS Output Filename : e:\AYU RYAN\SKRIPSI AJENG 2017\TA\TUGAS AK

☐ Mixed Flow Regime (see menu: "Options/Mixed Flow Options ...")

Compute

**Gambar 5.9** Input Data *Unsteady Flow Analysis* editor

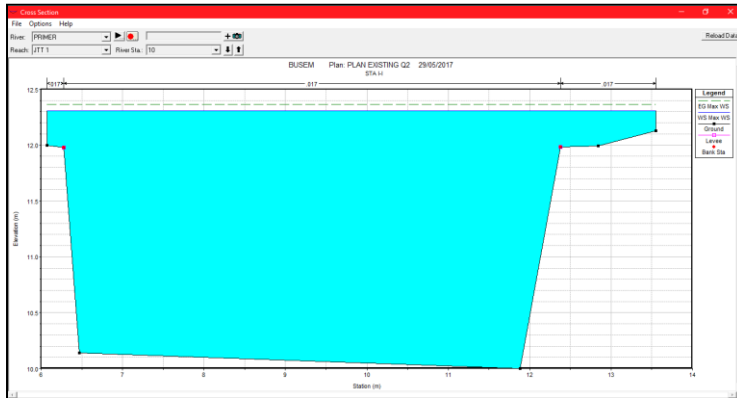


**Gambar 5.10** *Running* program bantu HEC-RAS

### 5.2.4 Perhitungan pada program bantu HEC-RAS saluran eksisting periode ulang Q 2 Tahun

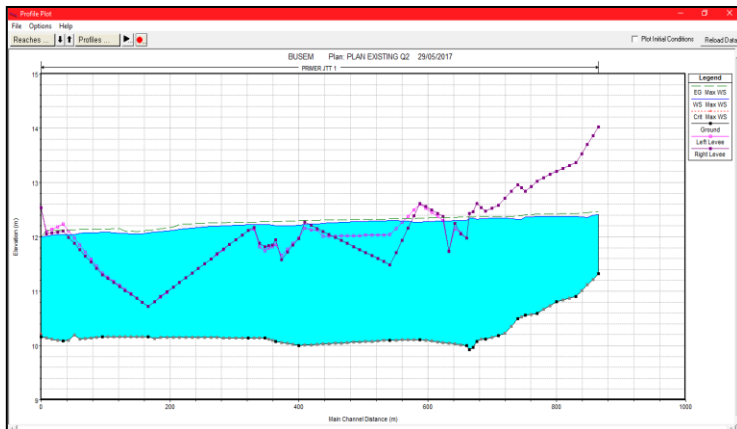
Setelah running program berhasil, tahap selanjutnya yaitu menampilkan hasil perhitungan dalam bentuk visual. Cara menampilkan visualisasi penampang melintang ialah sebagai berikut :

1. Pilih dari menu utama *View*
2. Pilih *Cross Section* sehingga muncul tampilan seperti gambar 5.11.



**Gambar 5.11** Profil muka air maksimum *cross section* saluran primer jajartunggal pada river sta10.

Berdasarkan gambar di atas, diketahui bahwa dari hasil perhitungan menggunakan program bantu HEC-RAS, terjadi luapan di saluran primer Jajartunggal eksisting yang ditunjukkan oleh gambar 5.11. Dari gambar tersebut dapat dilihat muka air maksimum telah melebihi elevasi tanggul kiri maupun tanggul kanan dengan elevasi muka air maksimum +12.31 m, elevasi dasar saluran kanan +10.00 m, elevasi dasar saluran kiri +10.14 m, elevasi tanggul kiri dan kanan +11.98 m.



**Gambar 5.12** Potongan memanjang primer Jajartunggal

Dari gambar 5.11 dan 5.12 dapat dilihat bahwa pada kondisi saluran eksisting, profil muka air maksimum telah melebihi tinggi tanggul kiri dan tanggul kanan sehingga dapat dikatakan penampang saluran Jajartunggal tidak mampu menampung debit banjir dengan periode ulang 2 (dua) tahun sehingga terjadi luapan. Kondisi ini sesuai dengan kondisi di lapangan dimana saat ini saluran primer Jajartunggal terjadi banjir pada saat hujan deras.

#### **5.2.4.1 Perhitungan pada program bantu HEC-RAS dengan melakukan normalisasi saluran**

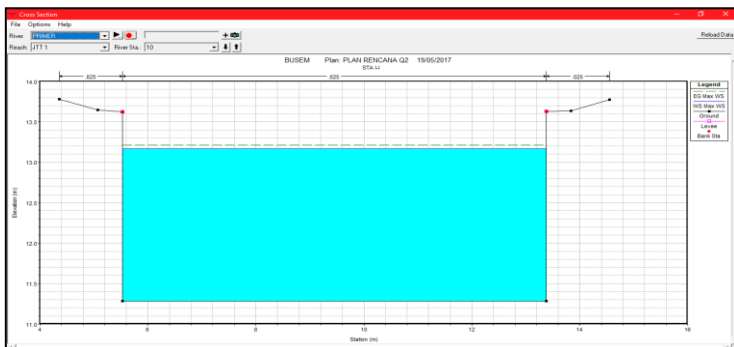
Normalisasi penampang saluran ini terdiri dari 2 (dua) tahapan yaitu :

1. Perencanaan kemiringan dasar saluran (I rencana)

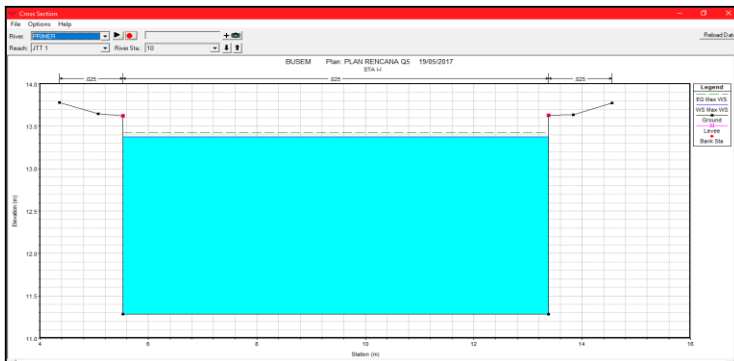
Dari hasil profil memanjang running HEC-RAS bisa dilihat kemiringan eksisting sangat tidak beraturan. Kemiringan dasar saluran sangat berpengaruh pada kecepatan saluran dan debit yang mengalir pada penampang saluran. Kemiringan rencana = 0.0002

## 2. Pendimensian saluran

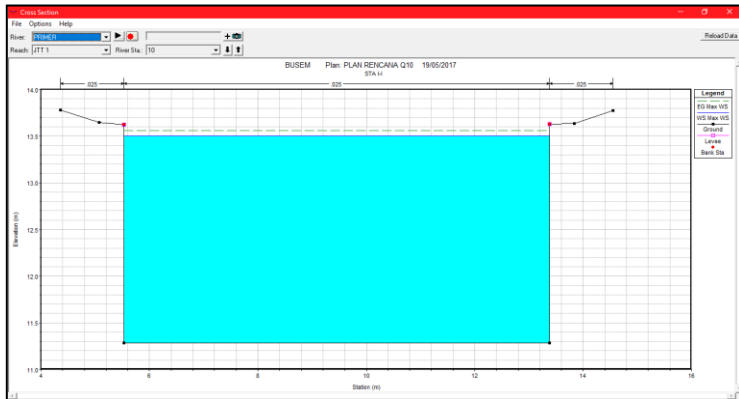
Dalam merencanakan dimensi saluran primer Jajartunggal pada tugas akhir ini akan dilakukan dengan program bantu HEC-RAS. Bentuk penampang yang akan digunakan adalah persegi panjang. Debit banjir yang diperoleh dari perhitungan hidrologi Q 2, Q 5 dan Q 10 tahun akan digunakan sebagai data input. Dimensi saluran direncanakan dengan menggunakan *trial and error*.



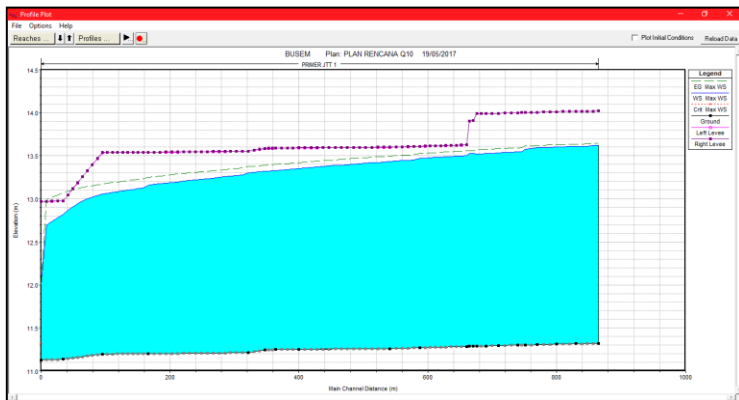
**Gambar 5.13** Profil muka air *cross section* maksimum pada river sta10 Q 2 Tahun



**Gambar 5.14** Profil muka air *cross section* maksimum pada river sta10 Q 5 Tahun

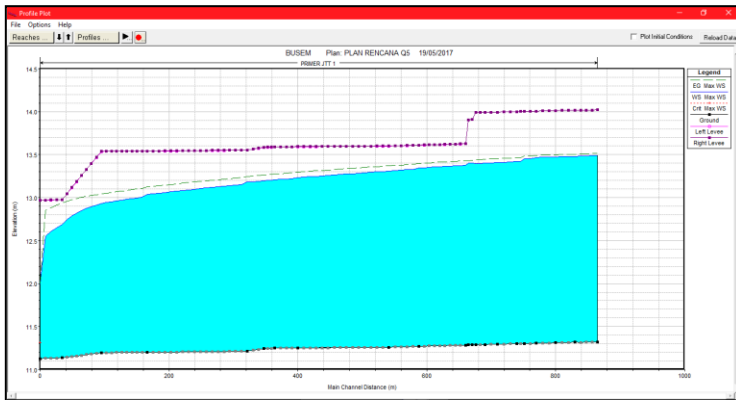


**Gambar 5.15** Profil muka air *cross section* maksimum pada river sta10 Q 10 Tahun

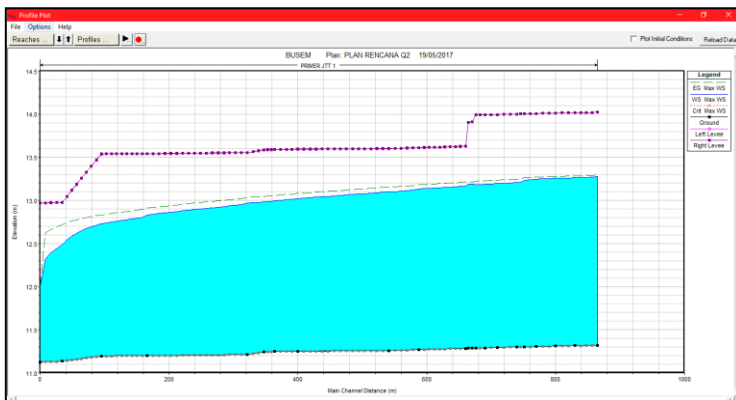


**Gambar 5.16** Profil muka air *long section* maksimum Q 10





**Gambar 5.17** Profil muka air *long section* maksimum Q 5



**Gambar 5.18** Profil muka air *long section* maksimum Q 2

Berdasarkan gambar di atas, diketahui bahwa dari hasil perhitungan menggunakan program bantu HEC-RAS, tidak terjadi luapan di saluran primer Jajartunggal yang telah dinormalisasi.

**Tabel 5.1** Dimensi Saluran Primer Jajartunggal

<b>RS</b>	<b>B</b>	<b>H</b>
	<b>m</b>	<b>m</b>
21	7	3
20.75*	7	3
20.5*	7	3
20.25*	7	3
20	7	3
19.6666*	7	3
19.3333*	7	3
19	7	3
18.6666*	7	3
18.3333*	7	3
18	7	3
17.5*	7	3
17	7	3
16.5*	7	3
16	7	3
15.6666*	7	3
15.3333*	7	3

RS	B	H
	m	m
15	7	3
14.5*	7	3
14	7	3
13.5*	7	3
13	7	3
12	11	3
11	11	3
10	8	2
9.88888*	8	2
9.77777*	8	2
9.66666*	8	2
9.55555*	8	2
9.44444*	8	2
9.33333*	8	2
9.22222*	8	2
9.11111*	8	2
9	8	2
8.8*	8	2

RS	B	H
	m	m
8.6*	8	2
8.4*	8	2
8.2*	8	2
8	8	2
7.93333*	8	2
7.86666*	8	2
7.8*	8	2
7.73333*	8	2
7.66666*	8	2
7.6*	8	2
7.53333*	8	2
7.46666*	8	2
7.4*	8	2
7.33333*	8	2
7.26666*	8	2
7.2*	8	2
7.13333*	8	2
7.06666*	8	2

RS	B	H
	m	m
7	8	2
6.75*	8	2
6.5*	8	2
6.25*	8	2
6	8	2
5.66666*	8	2
5.33333*	8	2
5	8	2
4.66666*	8	2
4.33333*	8	2
4	8	2
3.94117*	8	2
3.88235*	8	2
3.82352*	8	2
3.76470*	8	2
3.70588*	8	2
3.64705*	8	2
3.58823*	8	2

RS	B	H
	m	m
3.52941*	8	2
3.47058*	8	2
3.41176*	8	2
3.35294*	8	2
3.29411*	8	2
3.23529*	8	2
3.17647*	8	2
3.11764*	8	2
3.05882*	8	2
3	8	2
2.88888*	8	2
2.77777*	8	2
2.66666*	8	2
2.55555*	8	2
2.44444*	8	2
2.33333*	8	2
2.22222*	8	2
2.11111*	8	2

RS	B	H
	m	m
2	8	2
1.875*	8	2
1.75*	7	2
1.625*	7	2
1.5*	7	2
1.375*	7	2
1.25*	6	2
1.125*	6	2
1	6	2
.75*	6	2
.5*	6	2
.25*	6	2
0	6	2

*Sumber : Hasil Perhitungan*

### 5.2.5 Perhitungan Pintu Air

Routing Pintu digunakan untuk mengetahui pengaruh Inflow, Elevasi Muka Air dan Outflow. Perhitungan dimensi pintu air sebagai berikut :

1. Perencanaan lebar pintu air

$$Q = 2.19 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$b \text{ saluran outlet} = 2.00 \text{ m}$$

$$b \text{ pintu} = \frac{(b \text{ saluran})}{2} + (\text{sponeng})$$

$$= \frac{(2.00) + (0.1)}{2}$$

$$b \text{ pintu} = \mathbf{2.10 \text{ m}}$$

$$\mathbf{1.00 \text{ m}} = \text{hp (tinggi bukaan pintu air direncanakan)}$$

2. Gaya-gaya yang bekerja pada daun pintu

- Gaya hidrostatik akibat air

Keterangan :  $h_a$  = tinggi muka air hilir (m)

$h_p$  = tinggi bukaan pintu (m)

$b_p$  = lebar pintu (m)

$\gamma$  = berat jenis ( $\text{kN}/\text{m}^3$ )

$S_{tr}$  = gaya gesek

$$H_a = \frac{\gamma \times h_a + \gamma \times (h_a - h_p) \times h_p \times b_p}{2}$$

$$= \frac{1 \times 0.98 + 1 \times 0.98 - 1.00 \times 1.00 \times 2.1}{2}$$

$$= 0.50 \text{ t/m}$$

$$= 500 \text{ kg/m}$$



$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= 1/8 \times H_a \times b p^2 \\
 &= 1/8 \times 500 \times 1^2 \\
 &= 62.50 \text{ kg.m} \\
 &= 6250 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

- **Tebal plat pintu yang diperlukan**

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan ijin baja } (\sigma) &= 1600 \text{ kg/cm}^2 \\
 t &= [(6 \times M_{\max}) / (\sigma \times b p)] = [(6 \times 6250) / (1600 \times 210)] \\
 &= 0.33 \text{ cm dibulatkan menjadi } 0.35 \text{ cm} \\
 &= \mathbf{3.50 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

- **Perhitungan diameter stang pintu :**

Berat pintu (W) terdiri dari :

$$\text{Berat daun pintu (G)} = 0.0074$$

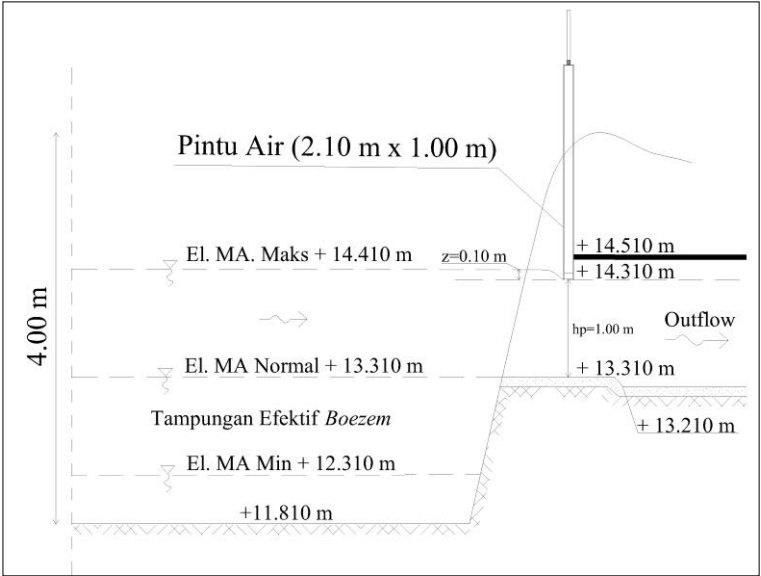
$$\text{Berat baut \& stang (25\% G)} = \underline{0.0018} +$$

$$W = 0.0092$$

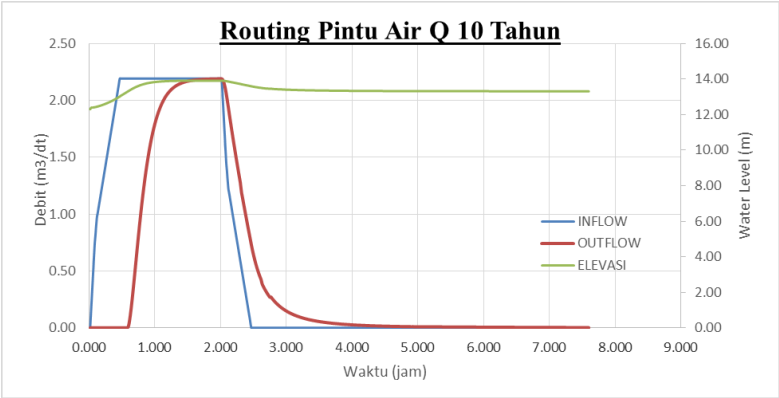
$$\begin{aligned}
 G &= b p \times h p \times t \times \gamma \\
 &= 2.10 \times 1.00 \times 0.0035 \times 1 \\
 &= 0.0074
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Str} &= W + 0.4 (H_a) \\
 &= 0.0092 + 0.4 (500) \\
 &= 200.009
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= [(4 \times \text{Str}) / (3.14 \times \sigma)] \\
 &= [(4 \times 20000.919) / (3.14 \times 1600)] \\
 &= 3.99 \text{ cm dibulatkan menjadi } 4 \text{ cm} \\
 &= \mathbf{40 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$



Gambar 5.20 Sketsa pintu air



Gambar 5.21 Routing Pintu Air Q 10 Tahun

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan pada pengerjaan Tugas Akhir Evaluasi Sistem Drainase dan *Boezem* Bhumi Marinir Gunungsari Surabaya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Saluran primer jajartunggal tidak mampu menampung debit banjir maksimum PUH 2 Tahun  $8.839 \text{ m}^3/\text{det}$ , PUH 5 Tahun  $10.362 \text{ m}^3/\text{det}$  dan PUH 10 Tahun  $11.354 \text{ m}^3/\text{det}$ .
2. Setelah dilakukan perhitungan dimensi *boezem*, dimensi *boezem* eksisting dengan panjang 64.54 m, lebar 55.08 m, tinggi 0.50 m tidak mampu menampung debit banjir maksimum sehingga perlu menambahkan kedalaman efektif *boezem* yang semula 0.50 m menjadi 1.10 m, merencanakan pompa, memperbesar dimensi saluran *inflow* yang semula 0.50 m x 0.50 m menjadi 1.00 m x 1.10 m dan merencanakan saluran *outflow* yang menghubungkan saluran primer jajartunggal dengan *boezem*.
3. Kapasitas Pompa yang dibutuhkan *boezem* untuk
  - PUH 2 Tahun : 3 buah pompa masing-masing kapasitas  $0.40 \text{ m}^3/\text{det}$ .
  - PUH 5 Tahun : 3 buah pompa masing-masing kapasitas  $0.50 \text{ m}^3/\text{det}$ .
  - PUH 10 Tahun : 3 buah pompa masing-masing kapasitas  $0.60 \text{ m}^3/\text{det}$ .
4. Dimensi pintu air yang diperlukan yaitu 1 buah pintu dengan tinggi bukaan pintu 1.00 meter, lebar daun pintu 2.10 meter, tebal plat 3.50 mm, diameter stang pintu 40 mm.

## 6.2 Saran

Berdasarkan pada Laporan Tugas Akhir “Evaluasi Sistem Drainase dan *Boezem* Bhumi Marinir Gunungsari Surabaya, penyusun ingin memberikan beberapa saran. Adapun saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Perlu dilakukan survey pengukuran *long section* dan *cross section* pada saluran tersier dan sekunder rayon wiyung agar perhitungan analisa hidrologi dan hidrolika lebih detail.
2. Perlu diberi pagar pengaman pada sisi kiri dan kanan pada saluran primer jajartunggal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. 1997. **Hidrolika Saluran Terbuka**. CV. Citra Media. Surabaya.
- Hidrologic Engineering Center. 2010. **HEC-RAS User's Manual Version 4.1**. U.S. Army Corps of Engineers. Davis CA.
- MacDonald Cambridge UK dan PT. Tricon Jaya. 2000. ***Surabaya Drainage Master Plan 2018***. Surabaya.
- Soewarno. 1995. **Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid I**. Penerbit Nova. Bandung.
- Soesanto, Soekibat Roedy. 2010. **Sistim & Bangunan Irigasi**. Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS. Surabaya.
- Sofia, Fifi. 2006. **Diktat Kuliah Drainase**. Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS. Surabaya.
- Triatmojo, Bambang 2013. **Hidrologi Terapan**. Beta Offset. Yogyakarta.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

Lampiran 4.1 Tabel Perhitungan Waktu Konsentrasi

No	Nama Saluran	Data teknis	To	Tf	Tc (menit)
			(menit)		
1	SK 21 Ki	nd : 0.5 Lo : 3 m So : 0.01  Lsal : 378.60 m Vsal : 0.504 m/dt	5.10	12.52	17.62
2	ST 21.1 Ki	nd : 0.2 Lo : 1.5 m So : 0.01  Lsal : 882.2 m Vsal : 3.886 m/dt	2.41	3.78	6.19
3	SK 20 Ki	Lsal : 41.40 m Vsal : 0.504 m/dt	6.19	1.37	7.56
4	ST 20.1 Ki	Lsal : 65.06 m Vsal : 1.716 m/dt	2.41	0.63	3.04
5	SK 19 Ki	Lsal : 6.90 m Vsal : 0.504 m/dt	7.56	0.23	7.79
6	ST 19.1 Ki	Lsal : 370.70 m Vsal : 1.716 m/dt	2.41	3.60	6.01
7	SK 18 Ki	Lsal : 56.13 m Vsal : 0.504 m/dt	7.79	1.86	9.64
8	ST 18.1 Ki	Lsal : 284.15 m Vsal : 2.084 m/dt	2.41	2.27	4.68
9	SK 17 Ki	Lsal : 13.41 m Vsal : 0.504 m/dt	9.64	0.44	10.08
10	ST 17.1 Ki	Lsal : 233.92 m Vsal : 1.647 m/dt	2.41	2.37	4.77



Lampiran 4.1 Tabel Perhitungan Waktu Konsentrasi

No	Nama Saluran	Data teknis	To	Tf	Tc
			(menit)		(menit)
11	SK 16 Ki	Lsal : 154.22 m Vsal : 0.504 m/dt	10.08	5.10	15.18
12	ST 16.1 Ki	Lsal : 135.92 m Vsal : 1.864 m/dt	2.41	1.22	3.62
13	SK 15 Ki	Lsal : 6.03 m Vsal : 0.504 m/dt	15.18	0.20	15.38
14	ST 15.1 Ki	Lsal : 346.36 m Vsal : 2.110 m/dt	2.41	2.74	5.14
15	SK 14 Ki	Lsal : 125.09 m Vsal : 0.504 m/dt	15.38	4.14	19.52
16	ST 14.1 Ki	Lsal : 405.67 m Vsal : 1.977 m/dt	2.41	3.42	5.83
17	SK 13 Ki	Lsal : 10.34 m Vsal : 0.504 m/dt	19.52	0.34	19.86
18	ST 13.1 Ki	Lsal : 567.840 m Vsal : 1.743 m/dt	2.41	5.43	7.83
19	ST 23.1 Ka	Lsal : 148.04 m Vsal : 2.159 m/dt	2.41	1.14	3.55
20	SK 23 Ka	Lsal : 111.59 m Vsal : 2.001 m/dt	2.41	0.93	3.33
21	ST 22.1 Ka	Lsal : 95.38 m Vsal : 1.685 m/dt	2.41	0.94	3.35
22	SK 22 Ka	Lsal : 7.34 m Vsal : 2.001 m/dt	3.55	0.06	3.61

Lampiran 4.1 Tabel Perhitungan Waktu Konsentrasi

No	Nama Saluran	Data teknis	To	Tf	Tc
			(menit)		(menit)
23	ST 21.1 Ka	Lsal : 132.96 m Vsal : 1.427 m/dt	2.41	1.55	3.96
24	SK 21 Ka	Lsal : 146.97 m Vsal : 2.001 m/dt	3.61	1.22	4.83
25	ST 20.1 Ka	Lsal : 350.19 m Vsal : 1.759 m/dt	2.41	3.32	5.72
25	SK 20 Ka	Lsal : 8.07 m Vsal : 2.001 m/dt	5.72	0.07	5.79
26	ST 19.1 Ka	Lsal : 229.75 m Vsal : 1.631 m/dt	2.41	2.35	4.75
27	SK 19 Ka	Lsal : 181.27 m Vsal : 2.001 m/dt	5.79	1.51	7.30
28	ST 18.1 Ka	Lsal : 90.85 m Vsal : 1.864 m/dt	2.41	0.81	3.22
29	SK 18 Ka	Lsal : 6.78 m Vsal : 2.001 m/dt	7.3	0.06	7.36
30	ST 17.1 Ka	Lsal : 73.63 m Vsal : 1.360 m/dt	2.41	0.90	3.31
31	SK 17 Ka	Lsal : 72.10 m Vsal : 2.001 m/dt	7.36	0.60	7.96
32	ST 16.1 Ka	Lsal : 89.63 m Vsal : 1.383 m/dt	2.41	1.08	3.49
33	SK 16 Ka	Lsal : 11.06 m Vsal : 2.001 m/dt	7.96	0.09	8.05

Lampiran 4.1 Tabel Perhitungan Waktu Konsentrasi

No	Nama Saluran	Data teknis	To	Tf	Tc (menit)
			(menit)		
34	ST 15.1 Ka	Lsal : 86.02 m Vsal : 1.054 m/dt	2.41	1.36	3.77
35	SK 15 Ka	Lsal : 119.61 m Vsal : 2.001 m/dt	8.05	1.00	9.05
36	ST 14.1 Ka	Lsal : 501.66 m Vsal : 1.622 m/dt	2.41	5.15	7.56
37	SK 14 Ka	Lsal : 133.96 m Vsal : 2.001 m/dt	9.05	1.12	10.16
38	SK 13.2 Ka	nd 0.40 Lo 723.976 So 0.02  Lsal : 269.550 m Vsal : 0.778 m/dt	50.67	5.77	56.44
39	ST 13.1.1 Ka	nd : 0.2 Lo : 2 m So : 0.010  Lsal : 304.59 m Vsal : 1.622 m/dt	2.75	3.13	5.88
40	SK 13.1 Ka	Lsal : 50 m Vsal : 0.778 m/dt	56.44	1.07	57.51
41	SK 13 Ka	Lsal : 76 m Vsal : 0.778 m/dt	57.51	1.63	59.14
42	SK 12	Lsal : 168 m Vsal : 0.443 m/dt	59.14	6.32	65.46

Lampiran 4.1 Tabel Perhitungan Waktu Konsentrasi

No	Nama Saluran	Data teknis	To	Tf	Tc (menit)
			(menit)		
43	ST 12.4.1	nd : 0.6 Lo : 2 m So : 0.010  Lsal : 118.54 m Vsal : 0.258 m/dt	4.60	7.65	12.24
44	SK 12.4	Lsal : 28.34 m Vsal : 0.667 m/dt	12.24	0.71	12.95
45	ST 12.3.1	Lsal : 485.07 m Vsal : 0.245 m/dt	4.60	32.99	37.59
46	SK 12.3	Lsal : 125 m Vsal : 0.667 m/dt	37.59	3.12	40.71
47	ST 12.2.1	Lsal : 213.44 m Vsal : 0.187 m/dt	4.60	19.01	23.60
48	SK 12.2	Lsal : 30 m Vsal : 0.667 m/dt	40.71	0.75	41.46
49	ST 12.1.1	Lsal : 617.02 m Vsal : 0.220 m/dt	4.60	46.76	51.35
50	SK 12.1	Lsal : 13.00 m Vsal : 0.667 m/dt	51.35	0.32	51.68
51	SK 12	Lsal : 143.00 m Vsal : 0.443 m/dt	59.14	5.38	64.52
52	SK 11.1	Lsal : 178.12 m Vsal : 0.596 m/dt	4.60	4.98	9.58

Lampiran 4.1 Tabel Perhitungan Waktu Konsentrasi

No	Nama Saluran	Data teknis	To	Tf	Tc (menit)
			(menit)		
53	SP 11	Lsal : 113.44 m Vsal : 1.002 m/dt	64.52	1.89	66.40
54	SP 10	Lsal : 56 m Vsal : 0.723 m/dt	66.40	1.30	67.70
55	ST 10.3.1	nd : 0.6 Lo : 1.5 m So : 0.010  Lsal : 310.93 m Vsal : 0.126 m/dt	4.02	41.21	45.23
55	SK 10.3	Lsal : 177.20 m Vsal : 0.790 m/dt	45.23	3.74	48.96
56	ST 10.2.1	Lsal : 312.97 m Vsal : 0.218 m/dt	4.02	23.95	27.97
57	SK 10.2	Lsal : 54.35 m Vsal : 0.707 m/dt	48.96	1.28	50.25
58	ST 10.1.1	Lsal : 137.96 m Vsal : 0.169 m/dt	4.02	13.63	17.65
59	SK 10.1	Lsal : 209.45 m Vsal : 0.670 m/dt	50.25	5.21	55.45
60	SP 9	Lsal : 104.78 m Vsal : 0.747 m/dt	67.70	2.34	70.04

Lampiran 4.1 Tabel Perhitungan Waktu Konsentrasi

No	Nama Saluran	Data teknis	To	Tf	Tc (menit)
			(menit)		
61	SK 9.10		4.00	-	4.00
62	ST 9.9.2	nd : 0.6 Lo : 2 m So : 0.010  Lsal : 417.54 m Vsal : 0.446 m/dt	4.60	15.59	20.19
63	ST 9.9.1	nd : 0.6 Lo : 1.5 m So : 0.010  Lsal : 97.00 m Vsal : 0.386 m/dt	4.02	4.18	8.20
64	SK 9.9	Lsal : 83.09 m Vsal : 2.793 m/dt	20.19	0.50	20.69
65	ST 9.8.1	Lsal : 297.60 m Vsal : 0.320 m/dt	4.02	15.48	19.50
66	SK 9.8	Lsal : 133.65 m Vsal : 1.803 m/dt	20.69	1.24	21.92
67	ST 9.7.1	Lsal : 152.10 m Vsal : 0.403 m/dt	4.02	6.29	10.31
68	SK 9.7	Lsal : 3.34 m Vsal : 1.397 m/dt	21.92	0.04	21.96
69	ST 9.6.1	Lsal : 341.28 m Vsal : 0.403 m/dt	4.02	14.10	18.11
70	SK 9.6	Lsal : 26.62 m Vsal : 1.562 m/dt	21.96	0.28	22.24

Lampiran 4.1 Tabel Perhitungan Waktu Konsentrasi

No	Nama Saluran	Data teknis	To	Tf	Tc (menit)
			(menit)		
71	ST 9.5.1	Lsal : 150.75 m Vsal : 0.419 m/dt	4.02	6.00	10.02
72	SK 9.5	Lsal : 19.79 m Vsal : 1.891 m/dt	22.24	0.17	22.42
73	ST 9.4.1	Lsal : 168.36 m Vsal : 0.394 m/dt	4.02	7.13	11.15
74	SK 9.4	Lsal : 74.57 m Vsal : 1.481 m/dt	22.42	0.84	23.26
75	ST 9.3.1	Lsal : 67.47 m Vsal : 0.589 m/dt	4.02	1.91	5.93
76	SK 9.3	Lsal : 25.22 m Vsal : 1.848 m/dt	23.26	0.23	23.49
77	ST 9.2.1	Lsal : 276.91 m Vsal : 0.389 m/dt	4.02	11.87	15.89
78	SK 9.2	Lsal : 129.32 m Vsal : 4.724 m/dt	23.49	0.46	23.94
79	ST 9.1.1	Lsal : 186.81 m Vsal : 0.428 m/dt	4.02	7.28	11.30

Lampiran 4.1 Tabel Perhitungan Waktu Konsentrasi

No	Nama Saluran	Data teknis	To	Tf	Tc (menit)
			(menit)		
80	SK 9.1	Lsal : 186.58 m Vsal : 4.724 m/dt	23.94	0.66	24.60
81	SP 8	Lsal : 104.78 m Vsal : 0.744 m/dt	70.04	2.35	72.39
82	SK 8.4	nd : 0.6 Lo : 1.5 m So : 0.010  Lsal : 160.71 m Vsal : 1.634 m/dt	4.02	1.64	5.66
83	ST 8.3.1	Lsal : 163.89 m Vsal : 0.423 m/dt	4.02	6.45	10.47
84	SK 8.3	Lsal : 12.47 m Vsal : 1.634 m/dt	10.47	0.13	10.60
85	ST 8.2.1	Lsal : 178.68 m Vsal : 0.449 m/dt	4.02	6.64	10.65
86	SK 8.2	Lsal : 9.59 m Vsal : 1.641 m/dt	10.65	0.10	10.75
87	ST 8.1.2	Lsal : 122.11 m Vsal : 0.425 m/dt	4.02	4.79	8.81
88	ST 8.1.1	Lsal : 69.61 m Vsal : 0.459 m/dt	4.02	2.53	6.55



Lampiran 4.1 Tabel Perhitungan Waktu Konsentrasi

No	Nama Saluran	Data teknis	To	Tf	Tc (menit)
			(menit)		
89	SK 8.1	Lsal : 24.71 m Vsal : 1.973 m/dt	10.75	0.21	10.96
90	SK 7.1	Lsal : 104.42 m Vsal : 1.186 m/dt	4.02	1.47	5.48
91	SP 7	Lsal : 24.71 m Vsal : 1.186 m/dt	72.39	0.35	72.74
92	SK 6.1	Lsal : 46.05 m Vsal : 1.701 m/dt	4.02	0.45	4.47
93	SP 6	Lsal : 76.05 m Vsal : 0.156 m/dt	72.74	8.11	80.84
94	SK 5.1	Lsal : 104.36 m Vsal : 1.149 m/dt	4.02	1.51	5.53
95	SP 5	Lsal : 10.17 m Vsal : 0.318 m/dt	80.84	0.53	81.38
96	SK 4.1	Lsal : 122.21 m Vsal : 0.790 m/dt	4.02	2.58	6.60
97	SP 4	Lsal : 33.2 m Vsal : 0.447 m/dt	81.38	1.24	82.61
98	SK 3.1	Lsal : 105.62 m Vsal : 1.258 m/dt	4.02	1.40	5.42

Lampiran 4.1 Tabel Perhitungan Waktu Konsentrasi

No	Nama Saluran	Data teknis	To	Tf	Tc (menit)
			(menit)		
99	SP 3	Lsal : 54.62 m Vsal : 0.530 m/dt	82.61	1.72	84.33
100	SK 2.1	Lsal : 105.62 m Vsal : 0.126 m/dt	4.02	14.00	18.02
101	SP 2	Lsal : 119.59 m Vsal : 0.438 m/dt	84.33	4.5552	88.8873
102	SK 1.1 Ki		4.02	-	4.02
103	SK 1.1 Ka		4.02	-	4.02
104	SP 1	Lsal : 204.55 m Vsal : 0.200 m/dt	88.89	17.05	105.94
105	SK 5.1 Ki	Lsal : 103.90 m Vsal : 0.731 m/dt	4.02	2.37	6.39
106	SK 5.2 Ki	Lsal : 147.52 m Vsal : 29.838 m/dt	4.02	0.08	4.10

Sumber : Hasil Perhitungan

Lampiran 4.2 Perhitungan Intensitas dan Debit Rasional

No	Sub Das	Tr (jam)	Tc (menit)	Tc (jam)	Intensitas (mm/jam)			A (km <sup>2</sup> )	C gabungan	Q <sub>2</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>
					2	5	10					
					86.286	101.154	111.661					
1	SUB DAS 21.1 Ki	2.00	6	0.10	136	159	176	0.139	0.383	2.011	2.357	2.602
2	SUB DAS 20.1 Ki	2.00	8	0.13	119	140	154	0.022	0.236	0.168	0.197	0.217
3	SUB DAS 19.1 Ki	2.00	8	0.13	117	137	151	0.037	0.265	0.318	0.373	0.412
4	SUB DAS 18.1 Ki	2.00	10	0.16	101	119	131	0.023	0.393	0.250	0.293	0.324
5	SUB DAS 17.1 Ki	2.00	10	0.17	98	115	127	0.014	0.450	0.177	0.207	0.229
6	SUB DAS 16.1 Ki	2.00	15	0.25	75	88	97	0.011	0.404	0.092	0.108	0.119
7	SUB DAS 15.1 Ki	2.00	15	0.26	74	87	96	0.005	0.247	0.027	0.032	0.035
8	SUB DAS 14.1 Ki	2.00	20	0.33	63	74	82	0.016	0.376	0.108	0.127	0.140
9	SUB DAS 13.1 Ki	2.00	20	0.33	63	73	81	0.043	0.313	0.234	0.274	0.303
10	SUB DAS 23.1 Ka	2.00	4	0.06	197	231	255	0.009	0.424	0.215	0.252	0.278
11	SUB DAS 22.1 Ka	2.00	4	0.06	195	228	252	0.100	0.175	0.950	1.114	1.230
12	SUB DAS 21.1 Ka	2.00	5	0.08	160	188	208	0.015	0.224	0.147	0.172	0.190
13	SUB DAS 20.1 Ka	2.00	6	0.10	142	167	184	0.091	0.235	0.845	0.991	1.094
14	SUB DAS 19.1 Ka	2.00	7	0.12	122	143	158	0.184	0.159	0.991	1.162	1.282
15	SUB DAS 18.1 Ka	2.00	7	0.12	121	142	157	0.127	0.162	0.693	0.812	0.896
16	SUB DAS 17.1 Ka	2.00	8	0.13	115	135	149	0.019	0.174	0.104	0.123	0.135
17	SUB DAS 16.1 Ka	2.00	8	0.13	114	134	148	0.069	0.206	0.448	0.525	0.580
18	SUB DAS 15.1 Ka	2.00	9	0.15	106	124	137	0.021	0.199	0.125	0.147	0.162
19	SUB DAS 14.1 Ka	2.00	10	0.17	98	115	126	0.027	0.383	0.277	0.325	0.359
20	SUB DAS 13.1.1 Ka	2.00	6	0.10	141	165	182	0.023	0.485	0.439	0.515	0.568
21	SUB DAS 13.2 Ka	2.00	56	0.94	31	37	40	0.163	0.163	0.230	0.269	0.297

Lampiran 4.2 Perhitungan Intensitas dan Debit Rasional

No	Sub Das	Tr (jam)	Tc (menit)	Tc (jam)	Intensitas (mm/jam)			A (km <sup>2</sup> )	C gabungan	Q <sub>2</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>
					2	5	10					
					86.286	101.154	111.661					
22	SUB DAS 12.1.1	2.00	51	0.86	33	39	43	0.004	0.303	0.010	0.012	0.013
23	SUB DAS 12.2.1	2.00	24	0.39	56	65	72	0.185	0.185	0.531	0.622	0.687
24	SUB DAS 12.3.1	2.00	38	0.63	41	48	53	0.014	0.354	0.057	0.067	0.074
25	SUB DAS 12.4.1	2.00	12	0.20	86	101	112	0.003	0.371	0.028	0.033	0.036
26	SUB DAS 11.1	2.00	10	0.16	102	119	132	0.022	0.245	0.154	0.181	0.199
27	SUB DAS 10.3.1	2.00	45	0.75	36	42	47	0.052	0.580	0.303	0.355	0.392
28	SUB DAS 10.2.1	2.00	28	0.47	50	58	64	0.011	0.650	0.103	0.120	0.133
29	SUB DAS 10.1.1	2.00	18	0.29	68	79	88	0.061	0.330	0.380	0.446	0.492
30	SUB DAS 9.10	2.00	4	0.07	182	213	235	0.086	0.200	0.868	1.018	1.123
31	SUB DAS 9.9.2	2.00	20	0.34	62	72	80	0.007	0.340	0.044	0.051	0.057
32	SUB DAS 9.9.1	2.00	8	0.14	113	132	146	0.013	0.331	0.139	0.163	0.179
33	SUB DAS 9.8.1	2.00	19	0.32	63	74	82	0.046	0.357	0.289	0.339	0.374
34	SUB DAS 9.7.1	2.00	10	0.17	97	113	125	0.023	0.290	0.178	0.209	0.230
35	SUB DAS 9.6.1	2.00	18	0.30	66	78	86	0.022	0.342	0.139	0.163	0.180
36	SUB DAS 9.5.1	2.00	10	0.17	99	116	128	0.010	0.203	0.053	0.063	0.069
37	SUB DAS 9.4.1	2.00	11	0.19	92	108	119	0.027	0.370	0.256	0.300	0.332
38	SUB DAS 9.3.1	2.00	6	0.10	140	164	181	0.011	0.196	0.085	0.099	0.110
39	SUB DAS 9.2.1	2.00	16	0.26	73	85	94	0.016	0.200	0.064	0.075	0.083
40	SUB DAS 9.1.1	2.00	11	0.19	91	107	118	0.008	0.218	0.045	0.053	0.058
41	SUB DAS 8.4	2.00	6	0.09	144.40	169	187	0.042	0.526	0.876	1.027	1.134
42	SUB DAS 8.3.1	2.00	10	0.17	96	112	124	0.037	0.409	0.401	0.470	0.518

Lampiran 4.2 Perhitungan Intensitas dan Debit Rasional

No	Sub Das	Tr (jam)	Tc (menit)	Tc (jam)	Intensitas (mm/jam)			A (km <sup>2</sup> )	C gabungan	Q <sub>2</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>
					2	5	10					
					86.286	101.154	111.661					
43	SUB DAS 8.2.1	2.00	11	0.18	95	111	123	0.007	0.334	0.063	0.074	0.082
44	SUB DAS 8.1.1	2.00	7	0.11	131	154	170	0.008	0.245	0.075	0.088	0.097
45	SUB DAS 8.1.2	2.00	9	0.15	108	126	139	0.003	0.264	0.027	0.032	0.035
46	SUB DAS 7.1	2.00	5	0.09	147	173	191	0.059	0.304	0.736	0.863	0.953
47	SUB DAS 6.1	2.00	4	0.07	169	198	219	0.001	0.271	0.014	0.016	0.018
48	SUB DAS 5.1	2.00	6	0.09	147	172	190	0.021	0.285	0.240	0.281	0.310
49	SUB DAS 4.1	2.00	7	0.11	130	153	169	0.004	0.343	0.052	0.061	0.067
50	SUB DAS 3.1	2.00	5	0.09	149	174	192	0.097	0.232	0.926	1.086	1.198
51	SUB DAS 2.1	2.00	18	0.30	67	78	86	0.007	0.198	0.024	0.029	0.032
52	SUB DAS 1.1 Ki	2.00	4	0.07	181	213	235	0.004	0.191	0.038	0.045	0.050
53	SUB DAS 1.1 Ka	2.00	4	0.07	181	213	235	0.012	0.186	0.109	0.127	0.140
54	SUB DAS 5.1 Ki	2.00	6	0.11	133	156	172	0.033	0.237	0.293	0.343	0.379
55	SUB DAS 5.2 Ki	2.00	4	0.07	179	210	232	0.020	0.180	0.176	0.206	0.228
56	SUB DAS GENANGAN	-	27.334	0.46	51	59	65	0.109	0.800	1.225	1.436	1.585

Sumber : Hasil Perhitungan

## Lampiran 4.3 Perhitungan Hidrograf Superposisi Q 10 Tahun Rencana

Menit	SUB DAS 5.1 Ki	SUB DAS 5.2 Ki	SUB DAS GENANGAN	Q <sub>BOEZEM</sub>
	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.063	0.057	0.059	0.179
2	0.126	0.114	0.117	0.358
3	0.189	0.171	0.176	0.536
4	0.253	0.228	0.235	0.715
5	0.316	0.228	0.294	0.837
6	0.379	0.228	0.352	0.959
7	0.379	0.228	0.411	1.018
8	0.379	0.228	0.470	1.076
9	0.379	0.228	0.528	1.135
10	0.379	0.228	0.587	1.194
11	0.379	0.228	0.646	1.252
12	0.379	0.228	0.705	1.311
13	0.379	0.228	0.763	1.370
14	0.379	0.228	0.822	1.429
15	0.379	0.228	0.881	1.487
16	0.379	0.228	0.940	1.546
17	0.379	0.228	0.998	1.605
18	0.379	0.228	1.057	1.663
19	0.379	0.228	1.116	1.722
20	0.379	0.228	1.174	1.781
21	0.379	0.228	1.233	1.840
22	0.379	0.228	1.292	1.898
23	0.379	0.228	1.351	1.957
24	0.379	0.228	1.409	2.016
25	0.379	0.228	1.468	2.075
26	0.379	0.228	1.527	2.133
27	0.379	0.228	1.585	2.192
28	0.379	0.228	1.585	2.192
29	0.379	0.228	1.585	2.192
30	0.379	0.228	1.585	2.192

## Lampiran 4.3 Perhitungan Hidrograf Superposisi Q 10 Tahun Rencana

Menit	SUB DAS 5.1 Ki	SUB DAS 5.2 Ki	SUB DAS GENANGAN	Q <sub>BOEZEM</sub>
	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
31	0.379	0.228	1.585	2.192
32	0.379	0.228	1.585	2.192
33	0.379	0.228	1.585	2.192
34	0.379	0.228	1.585	2.192
35	0.379	0.228	1.585	2.192
36	0.379	0.228	1.585	2.192
37	0.379	0.228	1.585	2.192
38	0.379	0.228	1.585	2.192
39	0.379	0.228	1.585	2.192
40	0.379	0.228	1.585	2.192
41	0.379	0.228	1.585	2.192
42	0.379	0.228	1.585	2.192
43	0.379	0.228	1.585	2.192
44	0.379	0.228	1.585	2.192
45	0.379	0.228	1.585	2.192
46	0.379	0.228	1.585	2.192
47	0.379	0.228	1.585	2.192
48	0.379	0.228	1.585	2.192
49	0.379	0.228	1.585	2.192
50	0.379	0.228	1.585	2.192
51	0.379	0.228	1.585	2.192
52	0.379	0.228	1.585	2.192
53	0.379	0.228	1.585	2.192
54	0.379	0.228	1.585	2.192
55	0.379	0.228	1.585	2.192
56	0.379	0.228	1.585	2.192
57	0.379	0.228	1.585	2.192
58	0.379	0.228	1.585	2.192
59	0.379	0.228	1.585	2.192
60	0.379	0.228	1.585	2.192

## Lampiran 4.3 Perhitungan Hidrograf Superposisi Q 10 Tahun Rencana

Menit	SUB DAS 5.1	SUB DAS 5.2	SUB DAS	Q <sub>BOEZEM</sub>
	Ki	Ki	GENANGAN	
	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
61	0.379	0.228	1.585	2.192
62	0.379	0.228	1.585	2.192
63	0.379	0.228	1.585	2.192
64	0.379	0.228	1.585	2.192
65	0.379	0.228	1.585	2.192
66	0.379	0.228	1.585	2.192
67	0.379	0.228	1.585	2.192
68	0.379	0.228	1.585	2.192
69	0.379	0.228	1.585	2.192
70	0.379	0.228	1.585	2.192
71	0.379	0.228	1.585	2.192
72	0.379	0.228	1.585	2.192
73	0.379	0.228	1.585	2.192
74	0.379	0.228	1.585	2.192
75	0.379	0.228	1.585	2.192
76	0.379	0.228	1.585	2.192
77	0.379	0.228	1.585	2.192
78	0.379	0.228	1.585	2.192
79	0.379	0.228	1.585	2.192
80	0.379	0.228	1.585	2.192
81	0.379	0.228	1.585	2.192
82	0.379	0.228	1.585	2.192
83	0.379	0.228	1.585	2.192
84	0.379	0.228	1.585	2.192
85	0.379	0.228	1.585	2.192
86	0.379	0.228	1.585	2.192
87	0.379	0.228	1.585	2.192
88	0.379	0.228	1.585	2.192
89	0.379	0.228	1.585	2.192
90	0.379	0.228	1.585	2.192



## Lampiran 4.3 Perhitungan Hidrograf Superposisi Q 10 Tahun Rencana

Menit	SUB DAS 5.1 Ki	SUB DAS 5.2 Ki	SUB DAS GENANGAN	Q <sub>BOEZEM</sub>
	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
91	0.379	0.228	1.585	2.192
92	0.379	0.228	1.585	2.192
93	0.379	0.228	1.585	2.192
94	0.379	0.228	1.585	2.192
95	0.379	0.228	1.585	2.192
96	0.379	0.228	1.585	2.192
97	0.379	0.228	1.585	2.192
98	0.379	0.228	1.585	2.192
99	0.379	0.228	1.585	2.192
100	0.379	0.228	1.585	2.192
101	0.379	0.228	1.585	2.192
102	0.379	0.228	1.585	2.192
103	0.379	0.228	1.585	2.192
104	0.379	0.228	1.585	2.192
105	0.379	0.228	1.585	2.192
106	0.379	0.228	1.585	2.192
107	0.379	0.228	1.585	2.192
108	0.379	0.228	1.585	2.192
109	0.379	0.228	1.585	2.192
110	0.379	0.228	1.585	2.192
111	0.379	0.228	1.585	2.192
112	0.379	0.228	1.585	2.192
113	0.379	0.228	1.585	2.192
114	0.379	0.228	1.585	2.192
115	0.379	0.228	1.585	2.192
116	0.379	0.228	1.585	2.192
117	0.379	0.228	1.585	2.192
118	0.379	0.228	1.585	2.192
119	0.379	0.228	1.585	2.192
120	0.379	0.228	1.585	2.192

## Lampiran 4.3 Perhitungan Hidrograf Superposisi Q 10 Tahun Rencana

Menit	SUB DAS 5.1	SUB DAS 5.2	SUB DAS	Q <sub>BOEZEM</sub>
	Ki	Ki	GENANGAN	
	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
121	0.316	0.171	1.527	2.013
122	0.253	0.114	1.468	1.834
123	0.189	0.057	1.409	1.656
124	0.126	0.000	1.351	1.477
125	0.063	0.000	1.292	1.355
126	0.000	0.000	1.233	1.233
127	0.000	0.000	1.174	1.174
128	0.000	0.000	1.116	1.116
129	0.000	0.000	1.057	1.057
130	0.000	0.000	0.998	0.998
131	0.000	0.000	0.940	0.940
132	0.000	0.000	0.881	0.881
133	0.000	0.000	0.822	0.822
134	0.000	0.000	0.763	0.763
135	0.000	0.000	0.705	0.705
136	0.000	0.000	0.646	0.646
137	0.000	0.000	0.587	0.587
138	0.000	0.000	0.528	0.528
139	0.000	0.000	0.470	0.470
140	0.000	0.000	0.411	0.411
141	0.000	0.000	0.352	0.352
142	0.000	0.000	0.294	0.294
143	0.000	0.000	0.235	0.235
144	0.000	0.000	0.176	0.176
145	0.000	0.000	0.117	0.117
146	0.000	0.000	0.059	0.059
147	0.000	0.000	0.000	0.000
148	0.000	0.000	0.000	0.000
149	0.000	0.000	0.000	0.000
150	0.000	0.000	0.000	0.000

## Lampiran 4.3 Perhitungan Hidrograf Superposisi Q 10 Tahun Rencana

Menit	SUB DAS 5.1 Ki	SUB DAS 5.2 Ki	SUB DAS GENANGAN	Q <sub>BOEZEM</sub>
	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
151	0.000	0.000	0.000	0.000
152	0.000	0.000	0.000	0.000
153	0.000	0.000	0.000	0.000
154	0.000	0.000	0.000	0.000
155	0.000	0.000	0.000	0.000
156	0.000	0.000	0.000	0.000
157	0.000	0.000	0.000	0.000
158	0.000	0.000	0.000	0.000
159	0.000	0.000	0.000	0.000
160	0.000	0.000	0.000	0.000
161	0.000	0.000	0.000	0.000
162	0.000	0.000	0.000	0.000
163	0.000	0.000	0.000	0.000
164	0.000	0.000	0.000	0.000
165	0.000	0.000	0.000	0.000
166	0.000	0.000	0.000	0.000
167	0.000	0.000	0.000	0.000
168	0.000	0.000	0.000	0.000
169	0.000	0.000	0.000	0.000
170	0.000	0.000	0.000	0.000
171	0.000	0.000	0.000	0.000
172	0.000	0.000	0.000	0.000
173	0.000	0.000	0.000	0.000
174	0.000	0.000	0.000	0.000
175	0.000	0.000	0.000	0.000
176	0.000	0.000	0.000	0.000
177	0.000	0.000	0.000	0.000
178	0.000	0.000	0.000	0.000
179	0.000	0.000	0.000	0.000
180	0.000	0.000	0.000	0.000

Sumber : Hasil Perhitungan

## ROUTING Q 10 TAHUN

Waktu	QInflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	O 1	O 2	O 3	O TOTAL	Q . Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
0.000	0.00			4787.744	13.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.017	0.18	0.09	5.3631	4793.107	13.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.033	0.36	0.27	16.0892	4809.196	13.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.050	0.54	0.45	26.8154	4836.011	13.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.067	0.72	0.63	37.5416	4873.553	13.34	0.60	0.00	0.00	0.60	36.00
0.083	0.84	0.78	46.5604	4884.113	13.34	0.60	0.00	0.00	0.60	36.00
0.100	0.96	0.90	53.8720	4901.985	13.35	0.60	0.00	0.00	0.60	36.00
0.117	1.02	0.99	59.2894	4925.275	13.35	0.60	0.00	0.00	0.60	36.00
0.133	1.08	1.05	62.8127	4952.088	13.36	0.60	0.00	0.00	0.60	36.00
0.150	1.13	1.11	66.3360	4982.424	13.37	0.60	0.00	0.00	0.60	36.00
0.167	1.19	1.16	69.8592	5016.283	13.38	0.60	0.00	0.00	0.60	36.00
0.183	1.25	1.22	73.3825	5053.665	13.39	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
0.200	1.31	1.28	76.9058	5058.571	13.39	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
0.217	1.37	1.34	80.4291	5067.000	13.40	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
0.233	1.43	1.40	83.9524	5078.953	13.40	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
0.250	1.49	1.46	87.4756	5094.428	13.40	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
0.267	1.55	1.52	90.9989	5113.427	13.41	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
0.283	1.60	1.58	94.5222	5135.949	13.42	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
0.300	1.66	1.63	98.0455	5161.995	13.42	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
0.317	1.72	1.69	101.5687	5191.563	13.43	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
0.333	1.78	1.75	105.0920	5224.655	13.44	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
0.350	1.84	1.81	108.6153	5261.271	13.45	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.367	1.90	1.87	112.1386	5265.409	13.45	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.383	1.96	1.93	115.6618	5273.071	13.46	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.400	2.02	1.99	119.1851	5284.256	13.46	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.417	2.07	2.05	122.7084	5298.965	13.47	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.433	2.13	2.10	126.2317	5317.196	13.47	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.450	2.19	2.16	129.7549	5338.951	13.48	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.467	2.19	2.19	131.5166	5362.468	13.49	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.483	2.19	2.19	131.5166	5385.984	13.49	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.500	2.19	2.19	131.5166	5409.501	13.50	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.517	2.19	2.19	131.5166	5433.018	13.51	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.533	2.19	2.19	131.5166	5456.534	13.51	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.550	2.19	2.19	131.5166	5480.051	13.52	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.567	2.19	2.19	131.5166	5503.567	13.53	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.583	2.19	2.19	131.5166	5527.084	13.53	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.600	2.19	2.19	131.5166	5550.601	13.54	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.617	2.19	2.19	131.5166	5574.117	13.55	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.633	2.19	2.19	131.5166	5597.634	13.55	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.650	2.19	2.19	131.5166	5621.150	13.56	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00

## ROUTING Q 10 TAHUN

Waktu	QInflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	O 1	O 2	O 3	O TOTAL	Q . Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
0.667	2.19	2.19	131.5166	5644.667	13.57	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.683	2.19	2.19	131.5166	5668.183	13.58	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.700	2.19	2.19	131.5166	5691.700	13.58	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.717	2.19	2.19	131.5166	5715.217	13.59	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.733	2.19	2.19	131.5166	5738.733	13.60	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.750	2.19	2.19	131.5166	5762.250	13.61	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.767	2.19	2.19	131.5166	5785.766	13.61	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.783	2.19	2.19	131.5166	5809.283	13.62	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.800	2.19	2.19	131.5166	5832.800	13.63	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.817	2.19	2.19	131.5166	5856.316	13.63	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.833	2.19	2.19	131.5166	5879.833	13.64	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.850	2.19	2.19	131.5166	5903.349	13.65	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.867	2.19	2.19	131.5166	5926.866	13.65	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.883	2.19	2.19	131.5166	5950.383	13.66	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.900	2.19	2.19	131.5166	5973.899	13.67	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.917	2.19	2.19	131.5166	5997.416	13.67	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.933	2.19	2.19	131.5166	6020.932	13.68	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.950	2.19	2.19	131.5166	6044.449	13.69	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.967	2.19	2.19	131.5166	6067.965	13.69	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
0.983	2.19	2.19	131.5166	6091.482	13.70	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.000	2.19	2.19	131.5166	6114.999	13.71	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.017	2.19	2.19	131.5166	6138.515	13.72	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.033	2.19	2.19	131.5166	6162.032	13.72	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.050	2.19	2.19	131.5166	6185.548	13.73	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.067	2.19	2.19	131.5166	6209.065	13.74	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.083	2.19	2.19	131.5166	6232.582	13.75	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.100	2.19	2.19	131.5166	6256.098	13.75	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.117	2.19	2.19	131.5166	6279.615	13.76	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.133	2.19	2.19	131.5166	6303.131	13.77	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.150	2.19	2.19	131.5166	6326.648	13.77	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.167	2.19	2.19	131.5166	6350.164	13.78	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.183	2.19	2.19	131.5166	6373.681	13.79	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.200	2.19	2.19	131.5166	6397.198	13.79	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.217	2.19	2.19	131.5166	6420.714	13.80	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.233	2.19	2.19	131.5166	6444.231	13.81	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.250	2.19	2.19	131.5166	6467.747	13.81	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.267	2.19	2.19	131.5166	6491.264	13.82	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.283	2.19	2.19	131.5166	6514.781	13.83	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.300	2.19	2.19	131.5166	6538.297	13.83	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.317	2.19	2.19	131.5166	6561.814	13.84	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00

## ROUTING Q 10 TAHUN

Waktu	QInflow	I	I. Dt	S	Elevasi +	O 1	O 2	O 3	O TOTAL	Q. Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
1.333	2.19	2.19	131.5166	6585.330	13.85	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.350	2.19	2.19	131.5166	6608.847	13.85	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.367	2.19	2.19	131.5166	6632.363	13.86	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.383	2.19	2.19	131.5166	6655.880	13.87	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.400	2.19	2.19	131.5166	6679.397	13.88	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.417	2.19	2.19	131.5166	6702.913	13.89	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.433	2.19	2.19	131.5166	6726.430	13.89	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.450	2.19	2.19	131.5166	6749.946	13.90	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.467	2.19	2.19	131.5166	6773.463	13.91	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.483	2.19	2.19	131.5166	6796.980	13.91	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.500	2.19	2.19	131.5166	6820.496	13.92	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.517	2.19	2.19	131.5166	6844.013	13.93	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.533	2.19	2.19	131.5166	6867.529	13.93	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.550	2.19	2.19	131.5166	6891.046	13.94	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.567	2.19	2.19	131.5166	6914.563	13.95	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.583	2.19	2.19	131.5166	6938.079	13.95	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.600	2.19	2.19	131.5166	6961.596	13.96	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.617	2.19	2.19	131.5166	6985.112	13.97	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.633	2.19	2.19	131.5166	7008.629	13.97	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.650	2.19	2.19	131.5166	7032.145	13.98	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.667	2.19	2.19	131.5166	7055.662	13.99	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.683	2.19	2.19	131.5166	7079.179	13.99	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.700	2.19	2.19	131.5166	7102.695	14.00	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.717	2.19	2.19	131.5166	7126.212	14.01	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.733	2.19	2.19	131.5166	7149.728	14.01	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.750	2.19	2.19	131.5166	7173.245	14.02	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.767	2.19	2.19	131.5166	7196.762	14.03	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.783	2.19	2.19	131.5166	7220.278	14.04	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.800	2.19	2.19	131.5166	7243.795	14.05	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.817	2.19	2.19	131.5166	7267.311	14.05	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.833	2.19	2.19	131.5166	7290.828	14.06	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.850	2.19	2.19	131.5166	7314.344	14.07	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.867	2.19	2.19	131.5166	7337.861	14.07	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.883	2.19	2.19	131.5166	7361.378	14.08	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.900	2.19	2.19	131.5166	7384.894	14.09	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.917	2.19	2.19	131.5166	7408.411	14.09	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.933	2.19	2.19	131.5166	7431.927	14.10	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.950	2.19	2.19	131.5166	7455.444	14.11	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.967	2.19	2.19	131.5166	7478.961	14.11	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
1.983	2.19	2.19	131.5166	7502.477	14.12	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00

## ROUTING Q 10 TAHUN

Waktu	QInflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	O 1	O 2	O 3	O TOTAL	Q . Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
2.000	2.19	2.19	131.5166	7525.994	14.13	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.017	2.01	2.10	126.1535	7544.147	14.14	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.033	1.83	1.92	115.4273	7551.575	14.14	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.050	1.66	1.75	104.7012	7548.276	14.14	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.067	1.48	1.57	93.9750	7534.251	14.13	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.083	1.36	1.42	84.9562	7511.207	14.13	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.100	1.23	1.29	77.6446	7480.852	14.12	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.117	1.17	1.20	72.2272	7445.079	14.11	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.133	1.12	1.15	68.7039	7405.783	14.10	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.150	1.06	1.09	65.1806	7362.963	14.08	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.167	1.00	1.03	61.6573	7316.621	14.07	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.183	0.94	0.97	58.1341	7266.755	14.06	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.200	0.88	0.91	54.6108	7213.365	14.04	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.217	0.82	0.85	51.0875	7156.453	14.02	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.233	0.76	0.79	47.5642	7096.017	14.01	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.250	0.70	0.73	44.0410	7032.058	13.99	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.267	0.65	0.68	40.5177	6964.576	13.97	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.283	0.59	0.62	36.9944	6893.570	13.95	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.300	0.53	0.56	33.4711	6819.041	13.93	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.317	0.47	0.50	29.9478	6740.989	13.91	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.333	0.41	0.44	26.4246	6659.414	13.88	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.350	0.35	0.38	22.9013	6574.315	13.86	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.367	0.29	0.32	19.3780	6485.693	13.83	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.383	0.23	0.26	15.8547	6393.548	13.81	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.400	0.18	0.21	12.3315	6297.879	13.78	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.417	0.12	0.15	8.8082	6198.687	13.75	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.433	0.06	0.09	5.2849	6095.972	13.72	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.450	0.00	0.03	1.7616	5989.734	13.69	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.467	0.00	0.00	0.0000	5881.734	13.66	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.483	0.00	0.00	0.0000	5773.734	13.63	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.500	0.00	0.00	0.0000	5665.734	13.60	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.517	0.00	0.00	0.0000	5557.734	13.57	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.533	0.00	0.00	0.0000	5449.734	13.54	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.550	0.00	0.00	0.0000	5341.734	13.51	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.567	0.00	0.00	0.0000	5233.734	13.48	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.583	0.00	0.00	0.0000	5125.734	13.44	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.600	0.00	0.00	0.0000	5017.734	13.41	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.617	0.00	0.00	0.0000	4909.734	13.38	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.633	0.00	0.00	0.0000	4801.734	13.35	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.650	0.00	0.00	0.0000	4693.734	13.32	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00

## ROUTING Q 10 TAHUN

Waktu	QInflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	O 1	O 2	O 3	O TOTAL	Q . Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
2.667	0.00	0.00	0.0000	4585.734	13.29	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.683	0.00	0.00	0.0000	4477.734	13.26	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.700	0.00	0.00	0.0000	4369.734	13.23	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.717	0.00	0.00	0.0000	4261.734	13.20	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.733	0.00	0.00	0.0000	4153.734	13.17	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.750	0.00	0.00	0.0000	4045.734	13.14	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.767	0.00	0.00	0.0000	3937.734	13.10	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.783	0.00	0.00	0.0000	3829.734	13.07	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.800	0.00	0.00	0.0000	3721.734	13.04	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.817	0.00	0.00	0.0000	3613.734	13.01	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.833	0.00	0.00	0.0000	3505.734	12.98	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.850	0.00	0.00	0.0000	3397.734	12.95	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.867	0.00	0.00	0.0000	3289.734	12.92	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.883	0.00	0.00	0.0000	3181.734	12.89	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.900	0.00	0.00	0.0000	3073.734	12.86	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.917	0.00	0.00	0.0000	2965.734	12.83	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.933	0.00	0.00	0.0000	2857.734	12.80	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.950	0.00	0.00	0.0000	2749.734	12.76	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.967	0.00	0.00	0.0000	2641.734	12.73	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
2.983	0.00	0.00	0.0000	2533.734	12.70	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
3.000	0.00	0.00	0.0000	2425.734	12.67	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
3.017	0.00	0.00	0.0000	2317.734	12.64	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
3.033	0.00	0.00	0.0000	2209.734	12.61	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
3.050	0.00	0.00	0.0000	2101.734	12.58	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
3.067	0.00	0.00	0.0000	1993.734	12.55	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
3.083	0.00	0.00	0.0000	1885.734	12.52	0.60	0.60	0.60	1.80	108.00
3.100	0.00	0.00	0.0000	1777.734	12.49	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
3.117	0.00	0.00	0.0000	1705.734	12.47	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
3.133	0.00	0.00	0.0000	1633.734	12.45	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
3.150	0.00	0.00	0.0000	1561.734	12.43	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
3.167	0.00	0.00	0.0000	1489.734	12.40	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
3.183	0.00	0.00	0.0000	1417.734	12.38	0.60	0.60	0.00	1.20	72.00
3.200	0.00	0.00	0.0000	1345.734	12.36	0.60	0.00	0.00	0.60	36.00
3.217	0.00	0.00	0.0000	1309.734	12.35	0.60	0.00	0.00	0.60	36.00
3.233	0.00	0.00	0.0000	1273.734	12.34	0.60	0.00	0.00	0.60	36.00
3.250	0.00	0.00	0.0000	1237.734	12.33	0.60	0.00	0.00	0.60	36.00
3.267	0.00	0.00	0.0000	1201.734	12.32	0.60	0.00	0.00	0.60	36.00
3.283	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.300	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.317	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



**ROUTING Q 10 TAHUN**

Waktu	QInflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	O 1	O 2	O 3	O TOTAL	Q . Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
3.333	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.350	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.367	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.383	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.400	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.417	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.433	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.450	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.467	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.483	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.500	0.00	0.00	0.0000	1165.734	12.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

### Routing Pintu Q 10 Tahun Rencana

Waktu	Inflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	Q P	Q P.Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
0.017	0.00			1539.198	12.31	0.00	0.00
0.033	0.18	0.09	5.3631	1544.561	12.40	0.00	0.00
0.050	0.36	0.27	16.0892	1560.650	12.40	0.00	0.00
0.067	0.54	0.45	26.8154	1587.466	12.41	0.00	0.00
0.083	0.72	0.63	37.5416	1625.007	12.42	0.00	0.00
0.100	0.84	0.78	46.5604	1671.568	12.43	0.00	0.00
0.117	0.96	0.90	53.8720	1725.440	12.45	0.00	0.00
0.133	1.02	0.99	59.2894	1784.729	12.47	0.00	0.00
0.150	1.08	1.05	62.8127	1847.542	12.48	0.00	0.00
0.167	1.13	1.11	66.3360	1913.878	12.50	0.00	0.00
0.183	1.19	1.16	69.8592	1983.737	12.52	0.00	0.00
0.200	1.25	1.22	73.3825	2057.119	12.54	0.00	0.00
0.217	1.31	1.28	76.9058	2134.025	12.57	0.00	0.00
0.233	1.37	1.34	80.4291	2214.454	12.59	0.00	0.00
0.250	1.43	1.40	83.9524	2298.407	12.61	0.00	0.00
0.267	1.49	1.46	87.4756	2385.882	12.64	0.00	0.00
0.283	1.55	1.52	90.9989	2476.881	12.67	0.00	0.00
0.300	1.60	1.58	94.5222	2571.403	12.69	0.00	0.00
0.317	1.66	1.63	98.0455	2669.449	12.72	0.00	0.00
0.333	1.72	1.69	101.5687	2771.018	12.75	0.00	0.00
0.350	1.78	1.75	105.0920	2876.110	12.78	0.00	0.00
0.367	1.84	1.81	108.6153	2984.725	12.81	0.00	0.00
0.383	1.90	1.87	112.1386	3096.863	12.84	0.00	0.00
0.400	1.96	1.93	115.6618	3212.525	12.88	0.00	0.00
0.417	2.02	1.99	119.1851	3331.710	12.91	0.00	0.00
0.433	2.07	2.05	122.7084	3454.419	12.95	0.00	0.00
0.450	2.13	2.10	126.2317	3580.651	12.98	0.00	0.00
0.467	2.19	2.16	129.7549	3710.405	13.02	0.00	0.00
0.483	2.19	2.19	131.5166	3841.922	13.07	0.00	0.00
0.500	2.19	2.19	131.5166	3973.439	13.11	0.00	0.00

**Routing Pintu Q 10 Tahun Rencana**

Waktu	Inflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	Q P	Q P.Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
0.517	2.19	2.19	131.5166	4104.955	13.14	0.00	0.00
0.533	2.19	2.19	131.5166	4236.472	13.18	0.00	0.00
0.550	2.19	2.19	131.5166	4367.988	13.22	0.00	0.00
0.567	2.19	2.19	131.5166	4499.505	13.26	0.00	0.00
0.583	2.19	2.19	131.5166	4631.022	13.29	0.00	0.00
0.600	2.19	2.19	131.5166	4762.538	13.33	0.02	0.94
0.617	2.19	2.19	131.5166	4893.110	13.37	0.07	4.11
0.633	2.19	2.19	131.5166	5020.519	13.41	0.14	8.39
0.650	2.19	2.19	131.5166	5143.648	13.44	0.22	13.39
0.667	2.19	2.19	131.5166	5261.775	13.48	0.31	18.87
0.683	2.19	2.19	131.5166	5374.421	13.51	0.41	24.65
0.700	2.19	2.19	131.5166	5481.287	13.54	0.51	30.59
0.717	2.19	2.19	131.5166	5582.213	13.57	0.61	36.58
0.733	2.19	2.19	131.5166	5677.150	13.60	0.71	42.53
0.750	2.19	2.19	131.5166	5766.137	13.62	0.81	48.37
0.767	2.19	2.19	131.5166	5849.281	13.64	0.90	54.05
0.783	2.19	2.19	131.5166	5926.744	13.67	0.99	59.53
0.800	2.19	2.19	131.5166	5998.729	13.69	1.08	64.78
0.817	2.19	2.19	131.5166	6065.466	13.71	1.16	69.77
0.833	2.19	2.19	131.5166	6127.209	13.72	1.24	74.50
0.850	2.19	2.19	131.5166	6184.222	13.74	1.32	78.96
0.867	2.19	2.19	131.5166	6236.777	13.76	1.39	83.15
0.883	2.19	2.19	131.5166	6285.146	13.77	1.45	87.06
0.900	2.19	2.19	131.5166	6329.600	13.78	1.51	90.71
0.917	2.19	2.19	131.5166	6370.403	13.79	1.57	94.11
0.933	2.19	2.19	131.5166	6407.811	13.81	1.62	97.26
0.950	2.19	2.19	131.5166	6442.071	13.82	1.67	100.17
0.967	2.19	2.19	131.5166	6473.416	13.82	1.71	102.86
0.983	2.19	2.19	131.5166	6502.071	13.83	1.76	105.34
1.000	2.19	2.19	131.5166	6528.245	13.84	1.79	107.63
1.017	2.19	2.19	131.5166	6552.136	13.85	1.83	109.72

### Routing Pintu Q 10 Tahun Rencana

Waktu	Inflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	Q P	Q P.Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
1.033	2.19	2.19	131.5166	6573.928	13.85	1.86	111.65
1.050	2.19	2.19	131.5166	6593.796	13.86	1.89	113.41
1.067	2.19	2.19	131.5166	6611.897	13.86	1.92	115.03
1.083	2.19	2.19	131.5166	6628.383	13.87	1.94	116.51
1.100	2.19	2.19	131.5166	6643.390	13.87	1.96	117.86
1.117	2.19	2.19	131.5166	6657.045	13.88	1.98	119.10
1.133	2.19	2.19	131.5166	6669.467	13.88	2.00	120.22
1.150	2.19	2.19	131.5166	6680.761	13.88	2.02	121.25
1.167	2.19	2.19	131.5166	6691.029	13.89	2.04	122.19
1.183	2.19	2.19	131.5166	6700.360	13.89	2.05	123.04
1.200	2.19	2.19	131.5166	6708.838	13.89	2.06	123.82
1.217	2.19	2.19	131.5166	6716.539	13.89	2.08	124.52
1.233	2.19	2.19	131.5166	6723.533	13.90	2.09	125.17
1.250	2.19	2.19	131.5166	6729.883	13.90	2.10	125.75
1.267	2.19	2.19	131.5166	6735.649	13.90	2.10	126.28
1.283	2.19	2.19	131.5166	6740.883	13.90	2.11	126.77
1.300	2.19	2.19	131.5166	6745.633	13.90	2.12	127.21
1.317	2.19	2.19	131.5166	6749.943	13.90	2.13	127.61
1.333	2.19	2.19	131.5166	6753.855	13.90	2.13	127.97
1.350	2.19	2.19	131.5166	6757.404	13.91	2.14	128.30
1.367	2.19	2.19	131.5166	6760.624	13.91	2.14	128.60
1.383	2.19	2.19	131.5166	6763.544	13.91	2.15	128.87
1.400	2.19	2.19	131.5166	6766.194	13.91	2.15	129.11
1.417	2.19	2.19	131.5166	6768.597	13.91	2.16	129.34
1.433	2.19	2.19	131.5166	6770.776	13.91	2.16	129.54
1.450	2.19	2.19	131.5166	6772.753	13.91	2.16	129.72
1.467	2.19	2.19	131.5166	6774.545	13.91	2.16	129.89
1.483	2.19	2.19	131.5166	6776.170	13.91	2.17	130.04
1.500	2.19	2.19	131.5166	6777.644	13.91	2.17	130.18
1.517	2.19	2.19	131.5166	6778.981	13.91	2.17	130.30
1.533	2.19	2.19	131.5166	6780.192	13.91	2.17	130.42
1.550	2.19	2.19	131.5166	6781.291	13.91	2.18	130.52
1.567	2.19	2.19	131.5166	6782.287	13.91	2.18	130.61

**Routing Pintu Q 10 Tahun Rencana**

Waktu	Inflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	Q P	Q P.Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
1.583	2.19	2.19	131.5166	6783.190	13.91	2.18	130.70
1.600	2.19	2.19	131.5166	6784.009	13.91	2.18	130.77
1.617	2.19	2.19	131.5166	6784.752	13.91	2.18	130.84
1.633	2.19	2.19	131.5166	6785.425	13.91	2.18	130.91
1.650	2.19	2.19	131.5166	6786.035	13.91	2.18	130.96
1.667	2.19	2.19	131.5166	6786.588	13.91	2.18	131.02
1.683	2.19	2.19	131.5166	6787.089	13.91	2.18	131.06
1.700	2.19	2.19	131.5166	6787.544	13.91	2.19	131.10
1.717	2.19	2.19	131.5166	6787.956	13.91	2.19	131.14
1.733	2.19	2.19	131.5166	6788.329	13.91	2.19	131.18
1.750	2.19	2.19	131.5166	6788.668	13.91	2.19	131.21
1.767	2.19	2.19	131.5166	6788.975	13.91	2.19	131.24
1.783	2.19	2.19	131.5166	6789.253	13.91	2.19	131.26
1.800	2.19	2.19	131.5166	6789.505	13.91	2.19	131.29
1.817	2.19	2.19	131.5166	6789.734	13.91	2.19	131.31
1.833	2.19	2.19	131.5166	6789.941	13.92	2.19	131.33
1.850	2.19	2.19	131.5166	6790.129	13.92	2.19	131.35
1.867	2.19	2.19	131.5166	6790.299	13.92	2.19	131.36
1.883	2.19	2.19	131.5166	6790.453	13.92	2.19	131.38
1.900	2.19	2.19	131.5166	6790.593	13.92	2.19	131.39
1.917	2.19	2.19	131.5166	6790.720	13.92	2.19	131.40
1.933	2.19	2.19	131.5166	6790.835	13.92	2.19	131.41
1.950	2.19	2.19	131.5166	6790.939	13.92	2.19	131.42
1.967	2.19	2.19	131.5166	6791.034	13.92	2.19	131.43
1.983	2.19	2.19	131.5166	6791.119	13.92	2.19	131.44
2.000	2.19	2.19	131.5166	6791.197	13.92	2.19	131.45
2.017	2.19	2.19	131.5166	6791.267	13.92	2.19	131.45
2.033	2.01	2.10	126.1535	6785.968	13.91	2.18	130.96
2.050	1.83	1.92	115.4273	6770.438	13.91	2.16	129.51
2.067	1.66	1.75	104.7012	6745.631	13.90	2.12	127.21
2.083	1.48	1.57	93.9750	6712.400	13.89	2.07	124.14
2.100	1.36	1.42	84.9562	6673.214	13.88	2.01	120.56
2.117	1.23	1.29	77.6446	6630.296	13.87	1.94	116.68

### Routing Pintu Q 10 Tahun Rencana

Waktu	Inflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	Q P	Q P.Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
2.133	1.17	1.20	72.2272	6585.841	13.86	1.88	112.71
2.150	1.12	1.15	68.7039	6541.838	13.84	1.81	108.82
2.167	1.06	1.09	65.1806	6498.201	13.83	1.75	105.01
2.183	1.00	1.03	61.6573	6454.852	13.82	1.69	101.27
2.200	0.94	0.97	58.1341	6411.721	13.81	1.63	97.59
2.217	0.88	0.91	54.6108	6368.743	13.79	1.57	93.97
2.233	0.82	0.85	51.0875	6325.861	13.78	1.51	90.40
2.250	0.76	0.79	47.5642	6283.021	13.77	1.45	86.89
2.267	0.70	0.73	44.0410	6240.173	13.76	1.39	83.42
2.283	0.65	0.68	40.5177	6197.270	13.74	1.33	79.99
2.300	0.59	0.62	36.9944	6154.270	13.73	1.28	76.61
2.317	0.53	0.56	33.4711	6111.132	13.71	1.20	71.88
2.333	0.47	0.50	29.9478	6069.198	13.70	1.14	68.68
2.350	0.41	0.44	26.4246	6026.940	13.69	1.09	65.51
2.367	0.35	0.38	22.9013	5984.334	13.68	1.04	62.36
2.383	0.29	0.32	19.3780	5941.354	13.67	0.99	59.23
2.400	0.23	0.26	15.8547	5897.976	13.65	0.94	56.13
2.417	0.18	0.21	12.3315	5854.173	13.64	0.88	53.06
2.433	0.12	0.15	8.8082	5809.920	13.63	0.83	50.02
2.450	0.06	0.09	5.2849	5765.188	13.61	0.78	47.00
2.467	0.00	0.03	1.7616	5719.950	13.60	0.73	44.01
2.483	0.00	0.00	0.0000	5675.936	13.59	0.69	41.17
2.500	0.00	0.00	0.0000	5634.764	13.58	0.64	38.57
2.517	0.00	0.00	0.0000	5596.192	13.57	0.60	36.19
2.533	0.00	0.00	0.0000	5560.005	13.56	0.57	34.00
2.550	0.00	0.00	0.0000	5526.008	13.55	0.53	31.98
2.567	0.00	0.00	0.0000	5494.028	13.54	0.50	30.12
2.583	0.00	0.00	0.0000	5463.905	13.53	0.47	28.41
2.600	0.00	0.00	0.0000	5435.500	13.52	0.45	26.82
2.617	0.00	0.00	0.0000	5408.681	13.51	0.42	25.35
2.633	0.00	0.00	0.0000	5383.333	13.50	0.38	23.03
2.650	0.00	0.00	0.0000	5360.307	13.49	0.36	21.82
2.667	0.00	0.00	0.0000	5338.487	13.49	0.34	20.70

**Routing Pintu Q 10 Tahun Rencana**

Waktu	Inflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	Q P	Q P.Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
2.683	0.00	0.00	0.0000	5317.789	13.48	0.33	19.65
2.700	0.00	0.00	0.0000	5298.139	13.47	0.31	18.67
2.717	0.00	0.00	0.0000	5279.465	13.47	0.30	17.76
2.733	0.00	0.00	0.0000	5261.704	13.46	0.28	16.91
2.750	0.00	0.00	0.0000	5244.797	13.46	0.27	16.11
2.767	0.00	0.00	0.0000	5228.689	13.46	0.27	16.23
2.783	0.00	0.00	0.0000	5212.459	13.46	0.26	15.48
2.800	0.00	0.00	0.0000	5196.983	13.45	0.25	14.77
2.817	0.00	0.00	0.0000	5182.215	13.45	0.24	14.10
2.833	0.00	0.00	0.0000	5168.112	13.44	0.22	13.48
2.850	0.00	0.00	0.0000	5154.634	13.44	0.21	12.89
2.867	0.00	0.00	0.0000	5141.744	13.44	0.21	12.33
2.883	0.00	0.00	0.0000	5129.409	13.43	0.20	11.81
2.900	0.00	0.00	0.0000	5117.598	13.43	0.19	11.32
2.917	0.00	0.00	0.0000	5106.280	13.42	0.18	10.85
2.933	0.00	0.00	0.0000	5095.429	13.42	0.17	10.41
2.950	0.00	0.00	0.0000	5085.020	13.42	0.17	9.99
2.967	0.00	0.00	0.0000	5075.027	13.42	0.16	9.60
2.983	0.00	0.00	0.0000	5065.430	13.41	0.15	9.22
3.000	0.00	0.00	0.0000	5056.208	13.41	0.15	8.87
3.017	0.00	0.00	0.0000	5047.340	13.41	0.14	8.53
3.033	0.00	0.00	0.0000	5038.810	13.41	0.14	8.21
3.050	0.00	0.00	0.0000	5030.601	13.40	0.13	7.91
3.067	0.00	0.00	0.0000	5022.695	13.40	0.13	7.62
3.083	0.00	0.00	0.0000	5015.079	13.40	0.12	7.34
3.100	0.00	0.00	0.0000	5007.738	13.40	0.12	7.08
3.117	0.00	0.00	0.0000	5000.660	13.39	0.11	6.83
3.133	0.00	0.00	0.0000	4993.831	13.39	0.11	6.59
3.150	0.00	0.00	0.0000	4987.241	13.39	0.11	6.36
3.167	0.00	0.00	0.0000	4980.878	13.39	0.10	6.15
3.183	0.00	0.00	0.0000	4974.731	13.39	0.10	5.94
3.200	0.00	0.00	0.0000	4968.791	13.39	0.10	5.74
3.217	0.00	0.00	0.0000	4963.050	13.38	0.09	5.55

### Routing Pintu Q 10 Tahun Rencana

Waktu	Inflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	Q P	Q P.Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
3.233	0.00	0.00	0.0000	4957.497	13.38	0.09	5.37
3.250	0.00	0.00	0.0000	4952.125	13.38	0.09	5.20
3.267	0.00	0.00	0.0000	4946.926	13.38	0.08	5.03
3.283	0.00	0.00	0.0000	4941.893	13.38	0.08	4.87
3.300	0.00	0.00	0.0000	4937.018	13.38	0.08	4.72
3.317	0.00	0.00	0.0000	4932.296	13.37	0.08	4.58
3.333	0.00	0.00	0.0000	4927.719	13.37	0.07	4.44
3.350	0.00	0.00	0.0000	4923.282	13.37	0.07	4.30
3.367	0.00	0.00	0.0000	4918.979	13.37	0.07	4.17
3.383	0.00	0.00	0.0000	4914.805	13.37	0.07	4.05
3.400	0.00	0.00	0.0000	4910.754	13.37	0.07	3.93
3.417	0.00	0.00	0.0000	4906.823	13.37	0.06	3.82
3.433	0.00	0.00	0.0000	4903.005	13.37	0.06	3.71
3.450	0.00	0.00	0.0000	4899.297	13.37	0.06	3.60
3.467	0.00	0.00	0.0000	4895.695	13.36	0.06	3.50
3.483	0.00	0.00	0.0000	4892.195	13.36	0.06	3.40
3.500	0.00	0.00	0.0000	4888.792	13.36	0.06	3.31
3.517	0.00	0.00	0.0000	4885.484	13.36	0.05	3.22
3.533	0.00	0.00	0.0000	4882.266	13.36	0.05	3.13
3.550	0.00	0.00	0.0000	4879.135	13.36	0.05	3.05
3.567	0.00	0.00	0.0000	4876.089	13.36	0.05	2.96
3.583	0.00	0.00	0.0000	4873.125	13.36	0.05	2.89
3.600	0.00	0.00	0.0000	4870.238	13.36	0.05	2.81
3.617	0.00	0.00	0.0000	4867.428	13.36	0.05	2.74
3.633	0.00	0.00	0.0000	4864.690	13.36	0.04	2.67
3.650	0.00	0.00	0.0000	4862.023	13.35	0.04	2.60
3.667	0.00	0.00	0.0000	4859.424	13.35	0.04	2.53
3.683	0.00	0.00	0.0000	4856.890	13.35	0.04	2.47
3.700	0.00	0.00	0.0000	4854.421	13.35	0.04	2.41
3.717	0.00	0.00	0.0000	4852.013	13.35	0.04	2.35
3.733	0.00	0.00	0.0000	4849.664	13.35	0.04	2.29



**Routing Pintu Q 10 Tahun Rencana**

Waktu	Inflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	Q P	Q P.Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
3.750	0.00	0.00	0.0000	4847.373	13.35	0.04	2.24
3.767	0.00	0.00	0.0000	4845.137	13.35	0.04	2.18
3.783	0.00	0.00	0.0000	4842.955	13.35	0.04	2.13
3.800	0.00	0.00	0.0000	4840.825	13.35	0.03	2.08
3.817	0.00	0.00	0.0000	4838.746	13.35	0.03	2.03
3.833	0.00	0.00	0.0000	4836.716	13.35	0.03	1.98
3.850	0.00	0.00	0.0000	4834.733	13.35	0.03	1.94
3.867	0.00	0.00	0.0000	4832.796	13.35	0.03	1.89
3.883	0.00	0.00	0.0000	4830.903	13.35	0.03	1.85
3.900	0.00	0.00	0.0000	4829.053	13.34	0.03	1.81
3.917	0.00	0.00	0.0000	4827.246	13.34	0.03	1.77
3.933	0.00	0.00	0.0000	4825.479	13.34	0.03	1.73
3.950	0.00	0.00	0.0000	4823.751	13.34	0.03	1.69
3.967	0.00	0.00	0.0000	4822.061	13.34	0.03	1.65
3.983	0.00	0.00	0.0000	4820.409	13.34	0.03	1.62
4.000	0.00	0.00	0.0000	4818.792	13.34	0.03	1.58
4.017	0.00	0.00	0.0000	4817.211	13.34	0.03	1.55
4.033	0.00	0.00	0.0000	4815.663	13.34	0.03	1.51
4.050	0.00	0.00	0.0000	4814.148	13.34	0.02	1.48
4.067	0.00	0.00	0.0000	4812.666	13.34	0.02	1.45
4.083	0.00	0.00	0.0000	4811.214	13.34	0.02	1.42
4.100	0.00	0.00	0.0000	4809.793	13.34	0.02	1.39
4.117	0.00	0.00	0.0000	4808.401	13.34	0.02	1.36
4.133	0.00	0.00	0.0000	4807.038	13.34	0.02	1.34
4.150	0.00	0.00	0.0000	4805.703	13.34	0.02	1.31
4.167	0.00	0.00	0.0000	4804.395	13.34	0.02	1.28
4.183	0.00	0.00	0.0000	4803.113	13.34	0.02	1.26
4.200	0.00	0.00	0.0000	4801.857	13.34	0.02	1.23
4.217	0.00	0.00	0.0000	4800.626	13.34	0.02	1.21
4.233	0.00	0.00	0.0000	4799.419	13.34	0.02	1.18
4.250	0.00	0.00	0.0000	4798.236	13.34	0.02	1.16
4.267	0.00	0.00	0.0000	4797.076	13.34	0.02	1.14
4.283	0.00	0.00	0.0000	4795.938	13.34	0.02	1.12

### Routing Pintu Q 10 Tahun Rencana

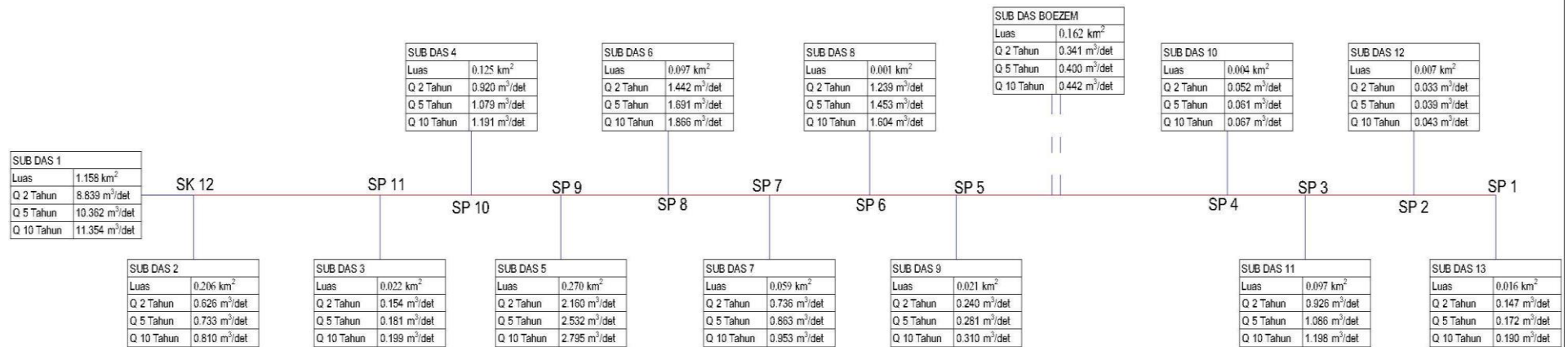
Waktu	Inflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	Q P	Q P.Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
4.300	0.00	0.00	0.0000	4794.823	13.33	0.02	1.09
4.317	0.00	0.00	0.0000	4793.728	13.33	0.02	1.07
4.333	0.00	0.00	0.0000	4792.654	13.33	0.02	1.05
4.350	0.00	0.00	0.0000	4791.601	13.33	0.02	1.03
4.367	0.00	0.00	0.0000	4790.568	13.33	0.02	1.01
4.383	0.00	0.00	0.0000	4789.553	13.33	0.02	1.00
4.400	0.00	0.00	0.0000	4788.558	13.33	0.02	0.98
4.417	0.00	0.00	0.0000	4787.580	13.33	0.02	0.96
4.433	0.00	0.00	0.0000	4786.621	13.33	0.02	0.94
4.450	0.00	0.00	0.0000	4785.679	13.33	0.02	0.92
4.467	0.00	0.00	0.0000	4784.754	13.33	0.02	0.91
4.483	0.00	0.00	0.0000	4783.846	13.33	0.01	0.89
4.500	0.00	0.00	0.0000	4782.954	13.33	0.01	0.88
4.517	0.00	0.00	0.0000	4782.078	13.33	0.01	0.86
4.533	0.00	0.00	0.0000	4781.217	13.33	0.01	0.85
4.550	0.00	0.00	0.0000	4780.371	13.33	0.01	0.83
4.567	0.00	0.00	0.0000	4779.540	13.33	0.01	0.82
4.583	0.00	0.00	0.0000	4778.724	13.33	0.01	0.80
4.600	0.00	0.00	0.0000	4777.921	13.33	0.01	0.79
4.617	0.00	0.00	0.0000	4777.133	13.33	0.01	0.78
4.633	0.00	0.00	0.0000	4776.357	13.33	0.01	0.76
4.650	0.00	0.00	0.0000	4775.595	13.33	0.01	0.75
4.667	0.00	0.00	0.0000	4774.846	13.33	0.01	0.74
4.683	0.00	0.00	0.0000	4774.109	13.33	0.01	0.72
4.700	0.00	0.00	0.0000	4773.385	13.33	0.01	0.71
4.717	0.00	0.00	0.0000	4772.672	13.33	0.01	0.70
4.733	0.00	0.00	0.0000	4771.972	13.33	0.01	0.69
4.750	0.00	0.00	0.0000	4771.282	13.33	0.01	0.68
4.767	0.00	0.00	0.0000	4770.604	13.33	0.01	0.67
4.783	0.00	0.00	0.0000	4769.937	13.33	0.01	0.66
4.800	0.00	0.00	0.0000	4769.281	13.33	0.01	0.65
4.817	0.00	0.00	0.0000	4768.635	13.33	0.01	0.64
4.833	0.00	0.00	0.0000	4768.000	13.33	0.01	0.63

**Routing Pintu Q 10 Tahun Rencana**

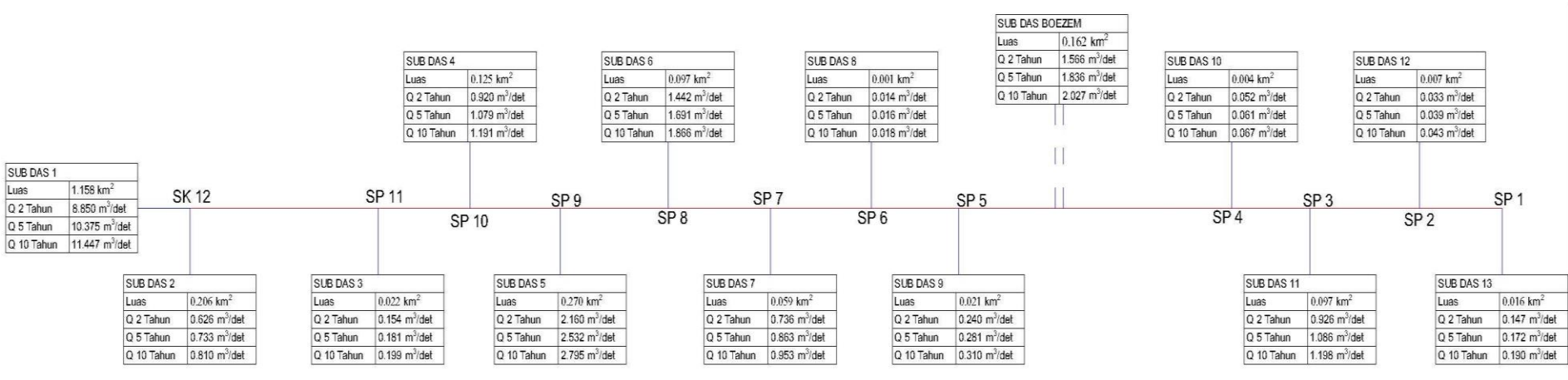
Waktu	Inflow	I	I . Dt	S	Elevasi +	Q P	Q P.Dt
jam	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>3</sup> /dt	m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
4.850	0.00	0.00	0.0000	4767.374	13.33	0.01	0.62
4.867	0.00	0.00	0.0000	4766.759	13.33	0.01	0.61
4.883	0.00	0.00	0.0000	4766.153	13.33	0.01	0.60
4.900	0.00	0.00	0.0000	4765.556	13.33	0.01	0.59
4.917	0.00	0.00	0.0000	4764.969	13.33	0.01	0.58
4.933	0.00	0.00	0.0000	4764.391	13.33	0.01	0.57
4.950	0.00	0.00	0.0000	4763.822	13.33	0.01	0.56
4.967	0.00	0.00	0.0000	4763.261	13.33	0.01	0.55
4.983	0.00	0.00	0.0000	4762.709	13.33	0.01	0.54
5.000	0.00	0.00	0.0000	4762.165	13.33	0.01	0.54
5.017	0.00	0.00	0.0000	4761.630	13.33	0.01	0.53
7.533	0.00	0.00	0.0000	4725.842	13.31	0.00	0.10
7.550	0.00	0.00	0.0000	4725.745	13.31	0.00	0.10
7.567	0.00	0.00	0.0000	4725.649	13.31	0.00	0.10
7.583	0.00	0.00	0.0000	4725.553	13.31	0.00	0.09
7.600	0.00	0.00	0.0000	4725.458	13.31	0.00	0.09

Sumber : Hasil Perhitungan

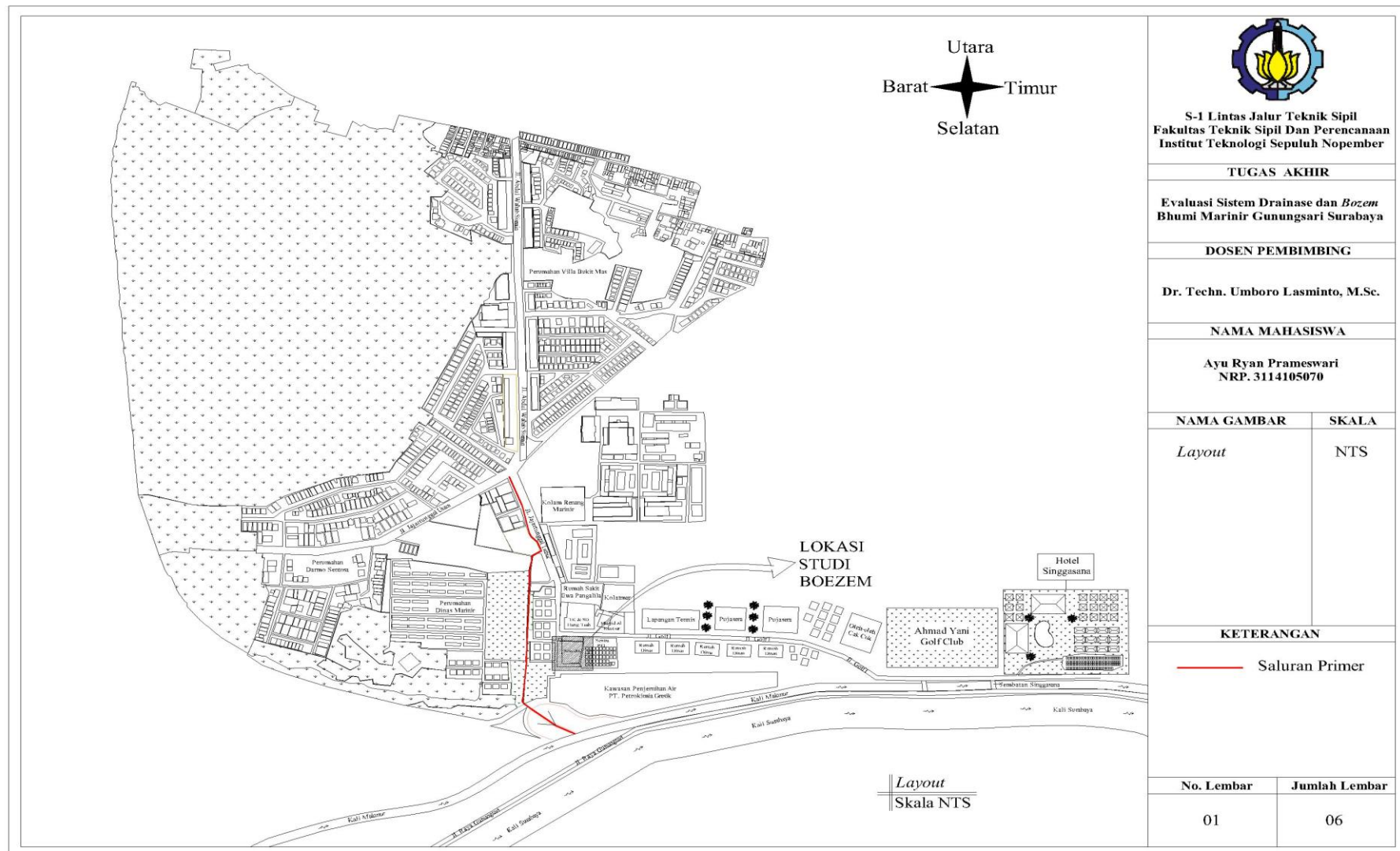
### Lampiran 4.6 Skema Jaringan Drainase Eksisting



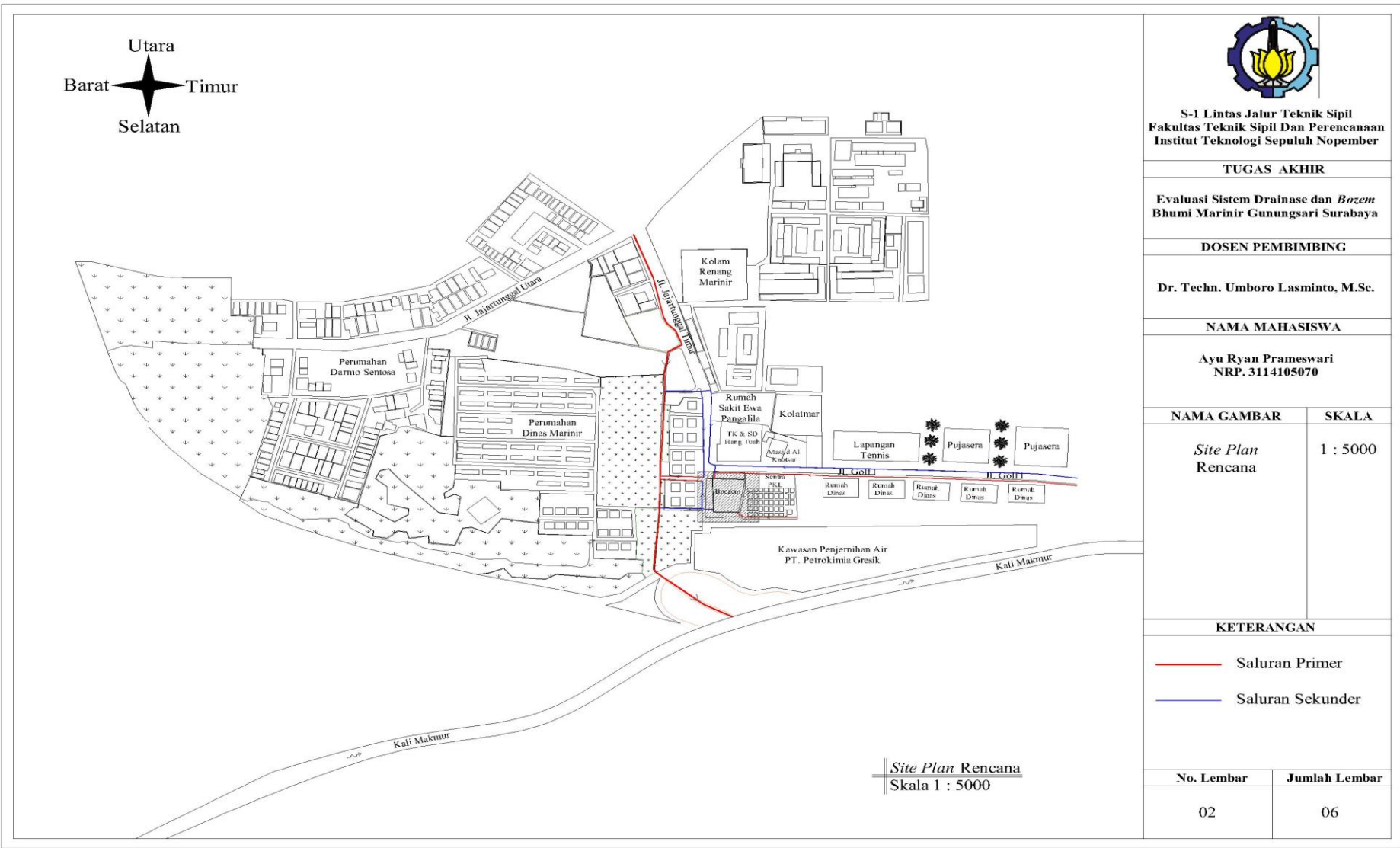
Lampiran 4.7 Skema Jaringan Drainase Rencana



#### Lampiran 4.8 Gambar Perencanaan

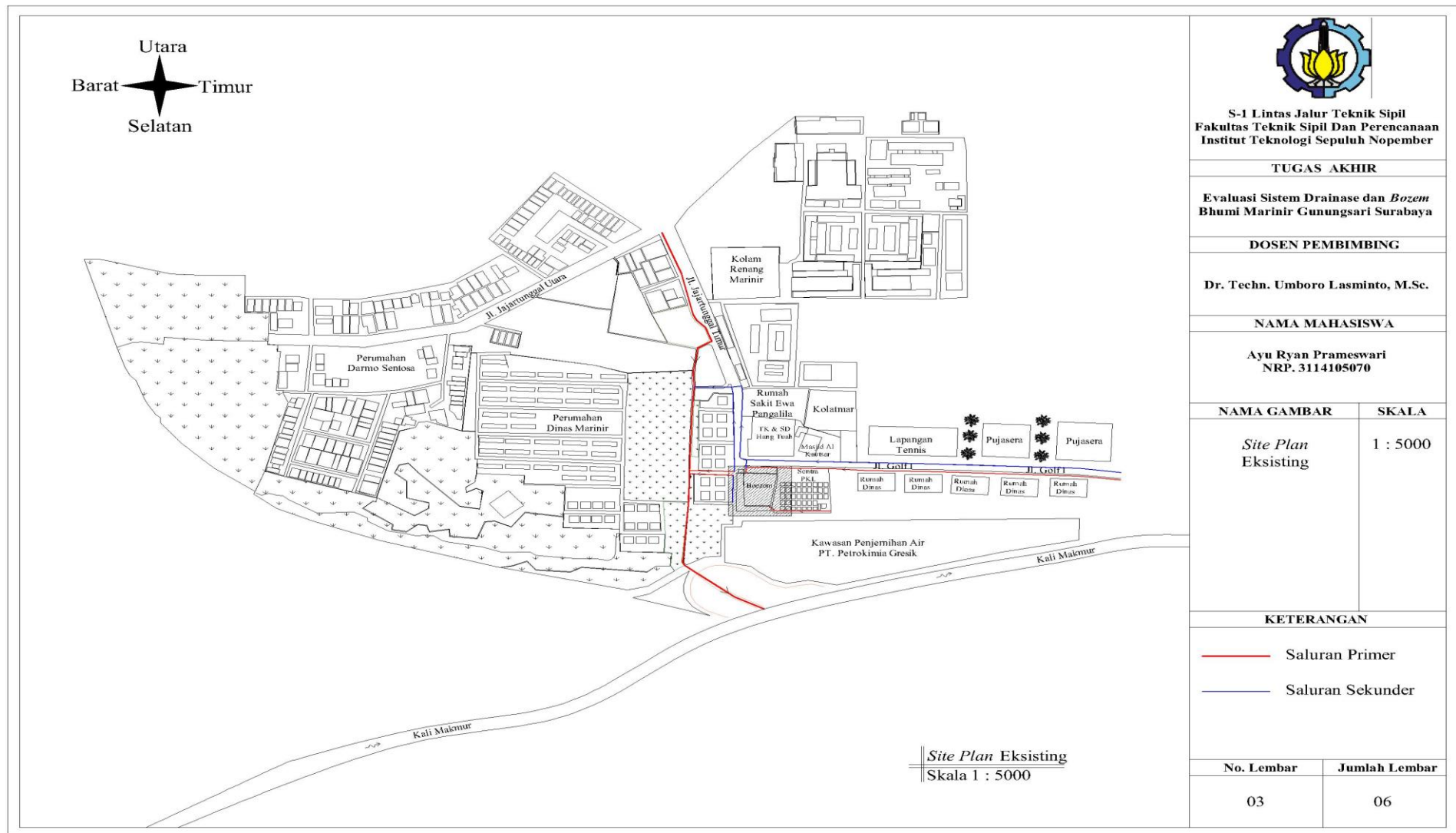


Lampiran 4.8 Gambar Perencanaan



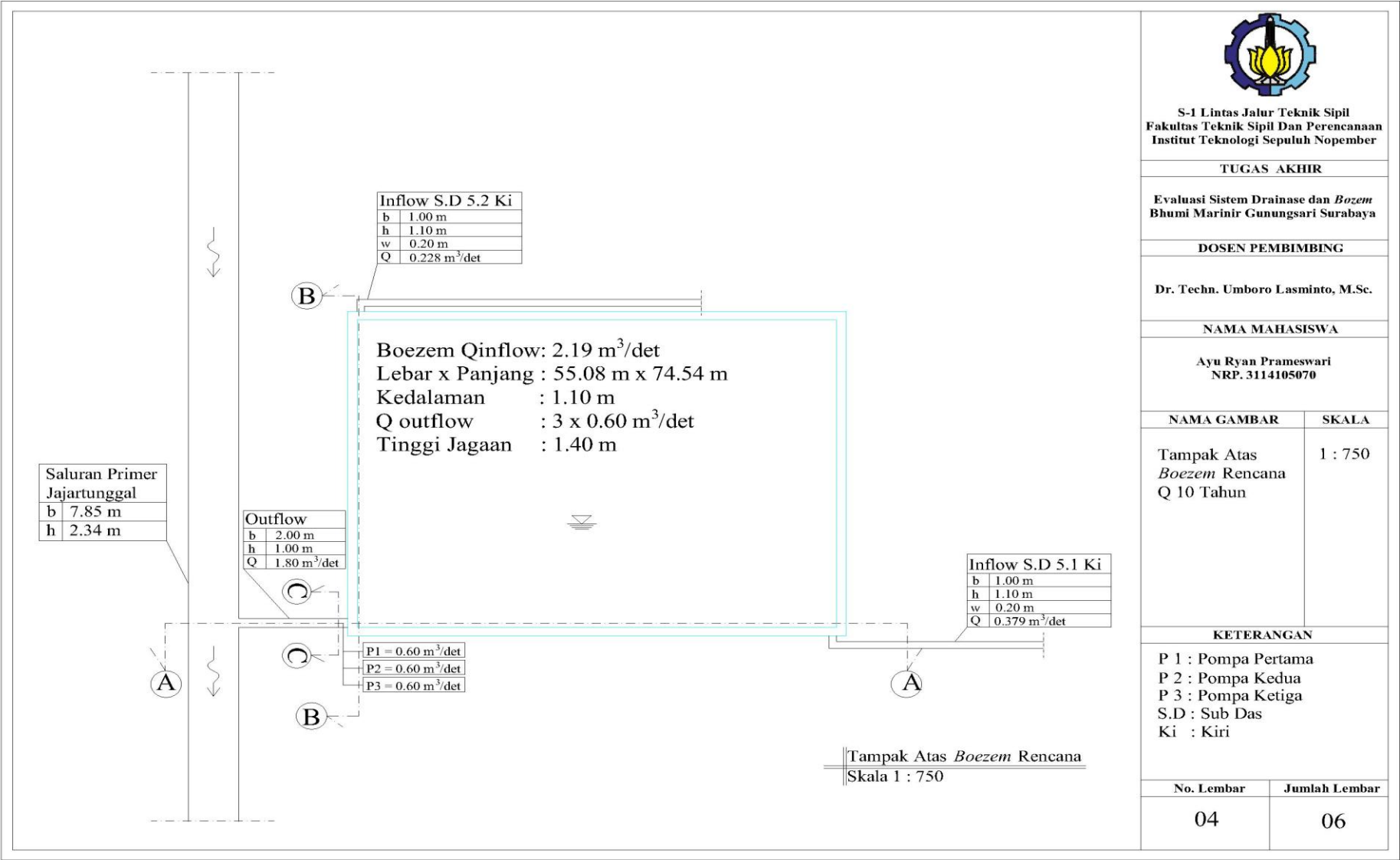


Lampiran 4.8 Gambar Perencanaan

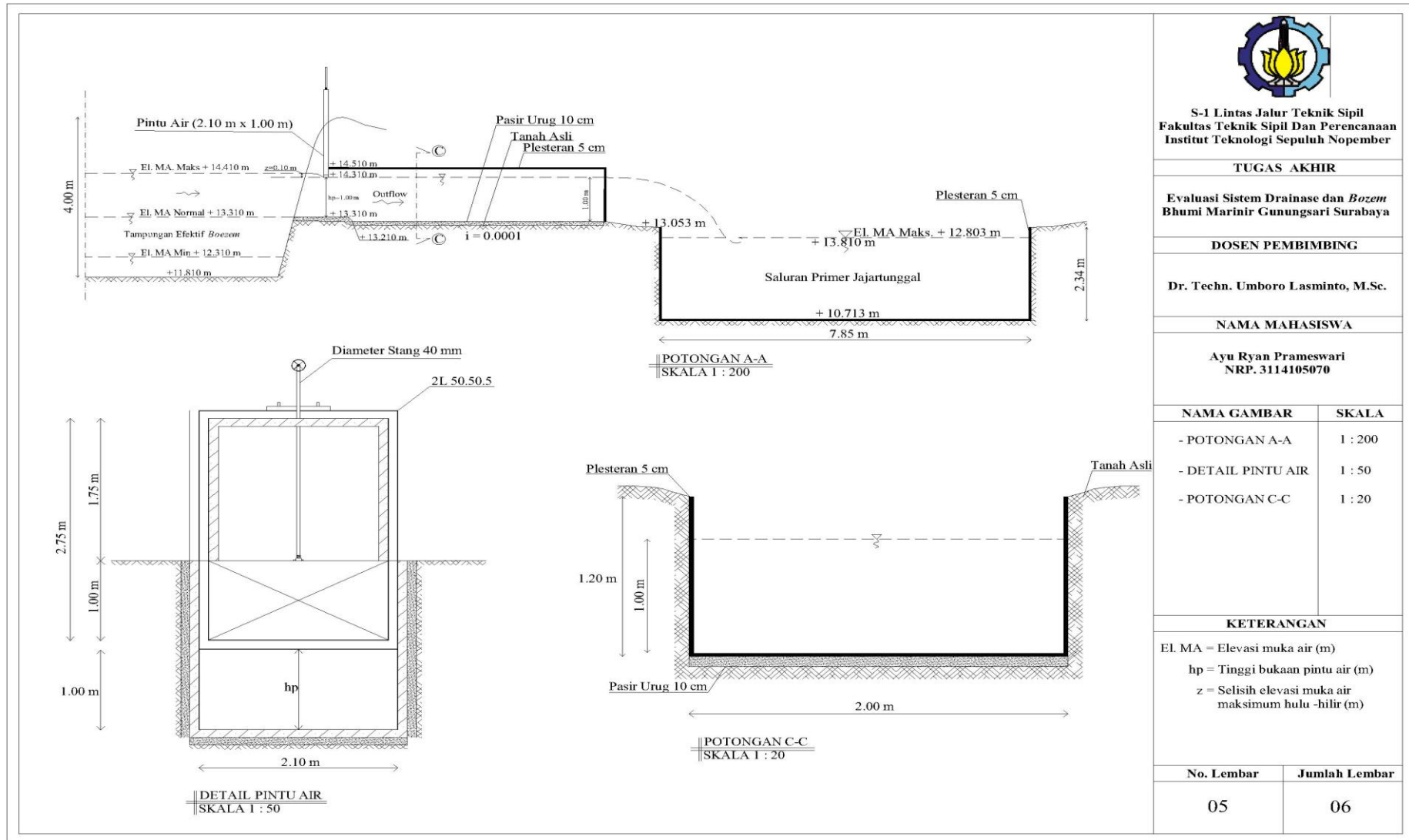




Lampiran 4.8 Gambar Perencanaan



Lampiran 4.8 Gambar Perencanaan



S-1 Lintas Jalur Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

#### TUGAS AKHIR

Evaluasi Sistem Drainase dan *Bozem*  
Bhumi Marlinir Gunungsari Surabaya

#### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Techn. Umboro Lasminto, M.Sc.

#### NAMA MAHASISWA

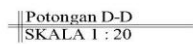
Ayu Ryan Prameswari  
NRP. 3114105070

#### NAMA GAMBAR

#### SKALA

- POTONGAN A-A
- DETAIL PINTU AIR
- POTONGAN C-C

1 : 200  
1 : 50  
1 : 20



## BIODATA PENULIS



Ayu Ryan Prameswari, Penulis dilahirkan di Surabaya, 03 September 1993 dan merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Perak Barat pada tahun 1999-2005, SMPN 7 Surabaya pada tahun 2005-2008, serta di SMAN 1 Surabaya pada tahun 2008-2011. Setelah lulus dari SMAN 1 Surabaya, penulis melanjutkan studi D-3 Teknik Sipil Universitas Diponegoro pada tahun 2011. Setelah lulus pada tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikannya pada program S-1 Lintas Jalur Teknik Sipil ITS pada tahun yang sama. Pada tahun 2015 hingga saat ini penulis bekerja di Dinas PU Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya. Di jurusan S1 Teknik Sipil,

Penulis mengambil bidang keahlian Hidroteknik. Bagi pembaca yang ingin berdiskusi, memberikan kritik dan saran dapat menghubungi melalui email [arni.prameswari@gmail.com](mailto:arni.prameswari@gmail.com).